



Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial

**“Propuesta de Mejora en el Proceso de
Fabricación de Productos en Plástico
Reforzado en Fibra de Vidrio en una
Empresa Metalúrgica, aplicando Lean
Manufacturing”**

Autor:
Liliana Elisa Vargas Mamani

Para obtener el título profesional de:
Ingeniero Industrial

Asesor:
Ing. Carmen Milagros Díaz Zegarra

Arequipa, Mayo de 2019

Dedicatoria

La presente tesis es dedicada a mis padres el Sr. Martín Vargas y la Sra. Elisa Mamani, por su amor incondicional, apoyo y sacrificio diario para que mi persona logre cumplir todas las metas profesionales planteadas.

También dedicada a mis hermanos Flora Vargas y Henry Vargas por sus ejemplos de superación profesional y personal.

Finalmente, para Gerson, Ilan y Robert; personas muy especiales que son mi motivación, que llenan de alegría y sonrisas mis días.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por llegar a obtener un grado que por mucho tiempo ha sido una de mis metas profesionales más añoradas.

Agradezco al Ing. Abel Juárez Valdivia, Director de la carrera de Ingeniería Industrial por su exigencia, apoyo profesional y seguimiento desde el inicio de la carrera hasta el momento.

Agradezco a la Ing. Carmen Díaz Zegarra, mi asesora de tesis , por su dedicación, paciencia, aportes y profesionalismo ante todo.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal proponer una mejora para el proceso de fabricación de productos en plástico reforzado en fibra de vidrio, aplicando Lean Manufacturing; donde se busca reducir actividades innecesarias que repercuten finalmente en los costos de producción, se considera lograr este objetivo con la puesta en marcha de la herramienta SMED (Single minute Exchange of die) de la filosofía Lean Manufacturing. El alcance se reduce al producto representativo de la amplia gama que se produce en la organización; sin embargo, los beneficios también impactarán en la variedad de productos, ya que las secuencias de procesos son similares.

Se inicia con el análisis actual de la empresa conociendo la variedad de productos, a partir de un análisis P-Q se determina el producto representativo como son las parrillas para piso o rejillas; asimismo se emplea el Diagrama de análisis del proceso para representar las operaciones y tener conocimiento del flujo del proceso. Posteriormente se identifican las actividades que repercuten en el costo y no generen valor, a continuación, se identifican las oportunidades de mejora para posteriormente aplicar de herramienta la cual viene a ser “SMED, también conocida como cambios rápidos”.

La puesta en marcha de la herramienta SMED se inicia con la disgregación de las operaciones del proceso de preparación para la producción de parrillas para piso, seguidamente se prepara un formato de estudio de tiempos, lo siguiente se trata de diferenciar entre actividades externas e internas y poder utilizar herramientas que ayuden a minimizar o suprimir estas actividades identificadas.

Finalmente se evalúa la propuesta a partir de una hoja de costos, donde se observa el incremento de un 2% en el margen de utilidad mensual para las parrillas para piso y esto gracias a la mejora en el proceso de preparación donde se redujo un 7% en horas hombre. Palabras clave: Lean Manufacturing, SMED, Productos en Plástico Reforzado en Fibra de Vidrio, Mejora en el proceso.

ABSTRACT

The main objective of this work is to propose an improvement for the manufacturing process of products in fiberglass reinforced plastic, applying Lean Manufacturing; where it is sought to reduce unnecessary activities that ultimately affect production costs, it is considered to achieve this objective with the implementation of the SMED tool (Single minute Exchange of die) of the Lean Manufacturing philosophy.

The scope is reduced to the representative product of the wide range that occurs in the organization; however, the benefits will also impact on the variety of products, since the sequences of processes are similar.

It starts with the current analysis of the company knowing the variety of products, from a P-Q analysis the representative product is determined as are the grills for floor or grids; The Process Analysis Diagram is also used to represent the operations and have knowledge of the process flow. Subsequently, the activities that affect the cost and do not generate value are identified, then the opportunities for improvement are identified to subsequently apply the tool which is "SMED, also known as rapid changes".

The start-up of the SMED tool begins with the unbundling of the operations of the preparation process for the production of floor grills, then a time study format is prepared, the following is to differentiate between external and internal activities and to be able to use tools that help to minimize or suppress these identified activities.

Finally the proposal is evaluated from a cost sheet, which shows the increase of 2% in the monthly profit margin for floor grills and this thanks to the improvement in the preparation process where it was reduced by 7% in man hours.

Keywords: Lean Manufacturing, SMED, Reinforced Plastic Products in Fiberglass, Improvement in the process.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Tema	1
1.2. Planteamiento del problema.....	1
1.3. Pregunta de investigación	2
1.4. Objetivos.....	2
1.4.1. General.....	2
1.4.2. Específicos.....	2
1.5. Justificación	2
1.6. Alcances	3
1.7. Limitaciones	3
1.8. Hipótesis.....	3
1.9. Variables.....	3
1.10. Variables, Operacionalización	5
CAPITULO 2	6
ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO	6
2.1. Estado del arte	6
2.2. Marco Teórico	14
2.2.1. Lean Manufacturing.....	14
2.2.4. Herramientas de la Manufactura Esbelta	16
2.2.4.1. Filosofía 5S	16
2.2.4.2. Mantenimiento productivo total o TPM	18
2.2.4.3. Benchmarking	19
2.2.4.4. SMED	19

2.2.4.5.	Jidoka	23
2.2.4.6.	Poka Yoke.....	23
2.2.4.7.	Kaizen	24
2.2.4.8.	VSM	24
2.2.4.9.	Kan-Ban	26
2.2.5.	Ingeniería de Métodos.....	27
2.2.6.	Distribución de planta.....	29
2.2.6.1.	Planeación sistemática de distribución de planta (SLP)	29
2.2.7.	Tipos de distribución de planta.....	33
2.2.8.	Métodos de distribución de planta	35
2.2.9.	Industria de plásticos reforzados en Fibra de vidrio	36
CAPITULO 3		41
METODOLOGÍA.....		41
3.1.	Tipo de Investigación	41
3.2.	Método de la investigación.....	41
3.3.	Herramientas estadísticas	42
3.4.	Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	43
3.4.1.	Técnicas de investigación	43
3.4.1.1.	Observación.....	43
3.4.2.	Instrumento de recolección de datos	43
3.4.2.1.	Ficha de observación	43
CAPITULO 4		44
ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO.....		44
4.1.	Análisis y diagnóstico actual	44
4.1.1.	Selección del producto principal de objeto de estudio	44
4.1.2.	Recursos para la fabricación de parrillas	45
4.1.2.1.	Recurso Humano.....	45
4.1.2.2.	Maquinarias, Equipos y herramientas	46
4.1.2.3.	Distribución de planta	46
4.1.2.4.	Descripción actual del proceso de fabricación.....	47
4.1.3.	Diagnóstico de la situación actual.....	52
CAPITULO 5		53
DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.....		53
5.1.	Propuesta SMED.....	53
5.1.1.	Alcance	53

5.1.2.	Objetivo general.....	54
5.1.3.	Aplicación de la Herramienta SMED	54
5.1.4.	Etapa de preparación	55
5.1.5.	Etapa de Separación.....	58
5.1.6.	Fase de Conversión	60
5.1.7.	Desarrollo de propuestas de mejora SMED	61
5.1.8.	Tiempos de actividades del Método de trabajo Propuesto.....	75
CAPITULO 6		80
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN		80
6.1.	Resultados evaluación de campos de oportunidad	80
6.2.	Resultados Diseño de propuesta de mejora aplicando SMED	82
6.3.	Resultado de costos con la aplicación de la herramienta SMED.....	84
6.3.1.	Proyección mensual	87
DISCUSIÓN DE RESULTADOS		91
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		95
ANEXOS		97
GLOSARIO		106
BIBLIOGRAFÍA		108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Adaptación actualizada de la casa de Toyota.....	15
Figura 2 Pirámide 5S	16
Figura 3 Tiempo de cambio de lote	20
Figura 4 Etapas de la metodología SMED	22
Figura 5 Ejemplos de símbolos VSM	25
Figura 6 Ejemplo de mapa de flujo de valor.....	26
Figura 7 Esquema del sistema Kanban.....	27
Figura 8 Simbología DAP	28
Figura 9 Planeación sistemática de distribución de Planta.....	30
Figura 10 Representación de relación.....	31
Figura 11 Representación de espacio	31
Figura 12 Representación de reparto	31
Figura 13 Gráfica de relaciones.....	32
Figura 14 Gráfica de relaciones.....	33
Figura 15 Distribución por producto o línea	33
Figura 16 Distribución por proceso	34
Figura 17 Distribución para manufactura celular	35
Figura 18 Compuestos reforzados	36
Figura 19 Compuestos de partículas	37
Figura 20 Tela de fibra de vidrio.....	37
Figura 21 Bobinas de fibra de vidrio	38
Figura 22 Cilindro de Resina.....	38
Figura 23 Análisis P-Q	45
Figura 24 Áreas de la empresa	46
Figura 25 Diagrama de análisis del proceso.....	48
Figura 26 Diagrama de análisis del proceso Hoja 2.....	49
Figura 27 Diagrama de análisis del proceso Hoja 3.....	50
Figura 28 Diagrama de Análisis del Proceso Hoja 4.....	51
Figura 29 Flujo del proceso de fabricación de parrillas para piso.....	56
Figura 30 Diagrama de bloques del Proceso de Preparación de moldes o cubos....	56
Figura 31 Gráfica de relaciones de áreas de la empresa.....	62
Figura 32 Atribución de símbolo para cada área.....	63
Figura 33 Diagrama de relaciones Actual.....	64
Figura 34 Diagrama de relaciones propuesto - Alternativa 1	65
Figura 35 Diagrama de relaciones propuesto – Alternativa 2	66
Figura 36 Distribución actual de áreas.....	70
Figura 37 Propuesta de distribución de áreas	70
Figura 38 Propuesta de reubicación de orden de trabajo	71
Figura 39 Propuesta de clasificación de cubos	72
Figura 40 Propuesta de implementación de grifo de agua en el área de producción	73
Figura 41 Propuesta de reubicación de hoja de planificación.....	74
Figura 42 Propuesta de plantilla para la ubicación de cubos	75
Figura 43 Layout Actual.....	77
Figura 44 Layout Propuesto	78

Figura 45 Tiempos antes y después considerando operaciones internas y operaciones sin valor agregado.....	83
Figura 46 Tiempos totales antes y después de la aplicación de la Herramienta SMED	83
Figura 47 Hoja de costos inicial	85
Figura 48 Simulación de hoja de costos con datos obtenidos.....	86
Figura 49 Proyección de costos mensuales estado inicial	88
Figura 50 Proyección de costos mensuales según propuesta.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de Variables.....	5
Tabla 2 Pérdidas en equipos.....	18
Tabla 3 Procedimiento SMED.....	54
Tabla 4 Lista de chequeo	55
Tabla 5 Tiempos Preparación de moldes cubos.....	57
Tabla 6 Ficha de observación SMED - Fase Separación	58
Tabla 7 Ficha de observación SMED - Fase de conversión.....	60
Tabla 8 Factores de Evaluación	67
Tabla 9 Escala de Evaluación	68
Tabla 10 Evaluación de Alternativas.....	69
Tabla 11 Tiempo estimado de acuerdo a Layout Propuesto	79
Tabla 12 Campos de oportunidad.....	81
Tabla 13 Resumen de tiempos - Aplicando SMED	82

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Proyectos de inversión privada 2018- 2019.....	97
Anexo 2 Formato de Lista de Chequeo	98
Anexo 3 Procedimiento Obtención de tiempos	99
Anexo 4 Ficha de observaciones	99
Anexo 5 Tabla para cálculo de numero de observaciones	100
Anexo 6 Ficha de Observación.....	101
Anexo 7 DAP detallado	102
Anexo 8 Formato de Ficha de Observación SMED	103
Anexo 9 Uso industrial de parrillas para piso	104
Anexo 10 Medidas para determinar la malla.....	104
Anexo 11 Tipos de malla para parrillas para piso	105
Anexo 12 Piezas fabricadas de parrillas para piso	105

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han visto progresos considerables en la industria de plásticos reforzados ya que estos han empezado a reemplazar a materiales convencionales como el aluminio, metal y la madera. Por tal razón este trabajo tiene como idea ser un aporte más para aquellas empresas que trabajan con estos materiales compuestos.

En nuestro medio se puede observar que se tiene un crecimiento con respecto al número de empresas que trabajan con estos materiales, los cuales están orientando su producción al sector industrial en general como se puede ver en la revista de Perspectivas económicas para la Región de Arequipa, donde se amplía la información acerca de las proyecciones de inversión en proyectos mineros, industria en general, hidrocarburos, infraestructura, energía y otros; para este año 2019, donde se estaría alcanzando los 18400 millones de dólares y gracias al precio de metales el sector minero superaría los 6000 millones de dólares. [1]

Además según estadísticas del INEI del año 2017, el comercio al por mayor se expandió un 1,62%, respecto al mes de diciembre del 2016, en el cual destacó la mayor demanda

de equipos, repuestos para minería y construcción (estructuras de metal y Plástico reforzado con fibra de vidrio). [2]

El incremento de la demanda de estos equipos industriales ha atraído competidores, los cuales han ingresado al mercado con precios menores, que en comparación con la empresa en estudio ha seguido manteniendo sus precios de lista y no ha optado por mejorar sus métodos de trabajo.

Asimismo la presente tesis logra identificar las oportunidades de mejora y proporciona la idea de aplicar herramientas Lean Manufacturing que permitan eliminar o reducir todas las actividades que no añadan valor dentro del proceso de producción, los conocidos despilfarros que en la actualidad están sobrevalorando los costos lo cual quita la oportunidad de competir con precios menores contra los nuevos ingresos..

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El presente capítulo tiene como objetivo servir como introducción a esta tesis, durante su desarrollo se expondrán generalidades como el problema, justificación, objetivos y variables de la investigación.

1.1. Tema

Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de productos en plástico reforzado en fibra de vidrio en una empresa metalúrgica, aplicando Lean Manufacturing.

1.2. Planteamiento del problema

La empresa metalúrgica a estudiar se encuentra aproximadamente tres décadas en el rubro, especializada en la fabricación de productos de plásticos reforzados en fibra de vidrio, por largo tiempo se ha venido viendo la poca presencia de competidores; sin embargo ya para finales del año 2017 se ha notado la disminución de asignaciones de servicios por parte de clientes potenciales, desde el área de costos se ha identificado la disminución de utilidad para mediados de este año, en comparación con años anteriores actualmente se obtuvo aproximadamente un 10% menos; esto debido a que la empresa no ha optado por adquirir nuevos métodos de trabajo y estandarización de procesos para realizar procesos más eficientes, se sigue trabajando de la misma manera que tiempos anteriores cuando no se tenía competencia potencial; sin embargo esta ausencia de mejora ha producido una menor demanda de potenciales clientes

mineros quienes han optado por un nuevo competidor quien ofrece montos más competitivos.

1.3. Pregunta de investigación

¿Es posible mejorar los métodos de trabajo en el proceso de fabricación de productos en plástico reforzado en fibra de vidrio?

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Proponer una mejora para el proceso de fabricación de productos en plástico reforzado en fibra de vidrio, aplicando Lean Manufacturing.

1.4.2. Específicos

- ❖ Evaluar los campos de oportunidad en el proceso de preparación de productos en plástico reforzado en fibra de vidrio.
- ❖ Diseñar la propuesta de mejora, con la aplicación de la herramienta SMED de la filosofía Lean Manufacturing.
- ❖ Evaluar a partir de una hoja costos, los resultados de la aplicación de la Herramienta SMED.

1.5. Justificación

Según proyecciones para este año 2019 se viene la inversión de aproximadamente 18400 millones de dólares (Véase Anexo 1), donde este nuevo escenario propicia al aumento de competencia en el sector de industrias en general.

Debido a este entorno competitivo sin duda es un factor decisivo para la empresa la eficiencia en los procesos y la adopción de nuevas herramientas de mejora. Para tal efecto se considera trascendente la aplicación de herramientas de la filosofía Lean Manufacturing ya que esta permite mejorar el proceso de fabricación, tratando de eliminar o reducir todas las actividades que no añadan valor dentro del proceso, estos desperdicios que actualmente están sobrevalorando lo costos lo cual quita la oportunidad de competir con precios menores.

Además, con el desarrollo de este trabajo se pretende contribuir con soluciones ágiles que permitan alcanzar mejoras en la cadena de producción, a partir de metodologías eficientes. Asimismo, es importante mencionar que este trabajo servirá como punto de partida para próximas investigaciones que pretendan complementar la mejora en el proceso de fabricación de productos reforzados en fibra de vidrio.

1.6. Alcances

La presente tesis se desarrolla en el área de producción de una empresa metalúrgica, donde a partir de un Análisis P-Q se determina como producto a estudiar las parrillas para piso. Asimismo, por la herramienta Lean Manufacturing a utilizar como es SMED, se aplica el estudio específicamente en el proceso de preparación de moldes o cubos.

1.7. Limitaciones

La limitación se centra en el tiempo para el desarrollo de la tesis y por otro lado en la disponibilidad de algunos datos referentes a la empresa a estudiar, datos como la información general de la empresa misión, visión, valores, planos, fotos donde se evidencia algunos problemas de desorganización, y Nomas técnicas de empresa.

1.8. Hipótesis

Hi: La aplicación del Lean Manufacturing mejora el proceso de fabricación de productos en plástico reforzado en fibra de vidrio.

1.9. Variables

Variable dependiente: Mejora en el proceso de fabricación.

Variable independiente: Herramienta Lean Manufacturing SMED.

1.10. Variables, Operacionalización

Tabla 1 Operacionalización de Variables

VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO	INDICADORES	ESCALA
INDEPENDIENTE: HERRAMIENTA LEAN MANUFACTURING SMED	Porcentaje de tiempo no productivo	Observación	Registro de observaciones	$OM\% = \frac{TNP}{TTO}$	PORCENTAJE
DEPENDIENTE: MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN	Porcentaje tiempo optimizado	Observación	Registro de observaciones SMED	$T\% = 1 - \frac{TTD}{TTA}$	PORCENTAJE
	Costos	Hoja de costos	Hoja de costos	$C\% = 1 - \frac{CTD}{CTA}$ $MU\% = 1 - \frac{MUA}{MUD}$	PORCENTAJE

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 2

ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO

Este segundo capítulo constituye el estado del conocimiento de la cuestión tratada en la presente tesis, por un lado, el estado de arte donde se presenta la revisión de trabajos de investigación con problemáticas similares y por otro, el marco teórico que permite conocer conceptos básicos para el entendimiento del desarrollo de este trabajo.

2.1. Estado del arte

Aliaga (2017) plantea una propuesta de mejora desarrollada en una empresa del sector metalmecánico del distrito de Puente Piedra en Lima, esta empresa fabrica variedad de productos para el sector minero, y el problema que se puede observar es que por trabajar en proyectos mineros el tiempo es un factor determinante y que en muchos casos está poniendo en riesgo una producción de calidad. Para tal efecto el autor propone aplicar herramientas Lean Manufacturing como son VSM, 5S, mantenimiento autónomo, y chequeos de autocontrol. Los resultados obtenidos con la implementación de las herramientas indicadas anteriormente dan lo siguiente, con la aplicación de 5S se logró mejorar la distribución de planta y con ello la reducción al 100% de condiciones inseguras, con la aplicación del Mantenimiento autónomo se aumentó la disponibilidad de maquinaria a un 91% y con también el rendimiento de la planta a un 90%, y finalmente con los chequeos de control se minimizó los defectos en un 3 % [3].

Cárdenas y Hualla (2017) desarrollaron una propuesta de mejora en una empresa fabricante de tuberías en PVC y PEAD ubicada en el distrito del Agustino en Lima, teniendo como principales mercados el sector construcción, agroindustrial y minero. El problema presentado en esta empresa es la abundante generación de SCRAP (desechos) y según análisis se detecta que son generadas en los procesos de mezclado y molinos. En consecuencia, se implementa herramientas Lean Manufacturing, como son VSM, 5S, Benchmarking, TPM y SMED en las áreas detectadas. Con la aplicación de las herramientas lean seleccionadas se obtuvieron los siguientes resultados; con las 5S se disminuyó el costo de tiempos muertos en 386 dólares mensuales, con la aplicación de Benchmarking se planteó una nueva fórmula de purga y se disminuyó la cantidad de SCRAP degradado a 5 toneladas, con el TPM se incrementó el rendimiento de máquinas de un 49% a un 94%, con la aplicación de SMED se consiguió un menor generación de SCRAP de 9% a 5.7% [4].

Calluchi (2014) desarrolla una propuesta de mejora en una empresa papelerera que ofrece sus productos en nivel nacional y en países como Bolivia, Chile, Ecuador y Venezuela también presenta dos líneas una de productos para el hogar y una línea institucional (equipos de protección industrial), donde su principal problema es el mal uso de sus recursos lo cual está repercutiendo en su rentabilidad. Para la obtención de mejores resultados se aplica herramientas lean Manufacturing como son VSM, mantenimiento autónomo y 5S. Como resultado se obtuvo, el VSM permitió descubrir que el tiempo de lanzamiento era atrasado por causa de paradas ocasionadas, con la aplicación de las 5S se minimizarían averías ocasionadas por la inadecuada limpieza de la línea, con la aplicación del mantenimiento autónomo se minimizarían un 52.99% el tiempo de parada no planificada, un 10.25% el tiempo perdido por defecto y un 12% las fallas de operación, finalmente con la aplicación del SMED se disminuiría 2.14 minutos el tiempo de cambio de bobina [5].

Mendoza (2018) desarrolla una propuesta de mejora en una empresa logística internacional que además del Perú se desenvuelve en otros 6 países de Latinoamérica, ofreciendo soluciones logísticas a sectores como minería, industria en general, agencia aduana y servicio integral logístico de exportación. El problema se presenta en el área de silos graneles en donde se tiene encolamiento de graneles en la recepción y los despachos. Para lo cual se plantea el uso de las siguientes herramientas Lean Manufacturing: Benchmarking, 5S y Poka Yoke. Con la aplicación de las herramientas mencionadas en general se obtuvieron mejoras de tiempos, en recepción se minimizó de 73 min a 46 min, y en despacho se obtuvo una mejora de 23 minutos [6].

Díaz del Olmo (2018) plantea una propuesta de mejora en una empresa ubicada en la ciudad de Lima con más de 50 años en el sector automotriz, el principal problema encontrado en esta empresa es el tiempo de reparación el cual era excesivos y se veían reflejado en reportes de satisfacción al cliente. Para resolver este problema se realizó una reunión con el personal directivo y se plantearon propuestas de mejora aplicando La herramienta 5S de la filosofía Lean Manufacturing. Como resultado de la aplicación de la herramienta se logró reducir los tiempos de espera los cuales era ocasionados por malas asignaciones de trabajo, además se logró eliminar desperdicios como son herramientas, equipos, y chatarra, con lo obtenido se pudo aumentar el número de órdenes y poder cubrir la capacidad de planta con un aumento del 10.98% [7].

Castrejón (2016) plantea una mejora en una empresa farmacéutica que se encarga de la fabricación de productos genéricos, exactamente se desarrolla en el área de empaque donde se tiene el problema de la tercera parte es utilizada para producción y las dos terceras parte están siendo ocupadas por tiempo que no generan valor esto debido principalmente al tiempo perdido considerado como tiempo de set-up entre estos tiempos se encuentran los realizados por ajustes en máquina, limpieza de maquinarias, y documentación que se realizada entre lotes; así como paros por fallas en los equipos.

Este laboratorio farmacéutico según sus necesidades optó por aplicar las herramientas Kaizen y estandarización de ajustes y limpieza; aplicando Kaizen logró reducir documentación, finalmente solo se tenía que cambiar 1 solo documento y no 156 documentos ya que se propuso un procedimiento genérico por línea, con la aplicación de estandarización de ajustes y limpiezas, se reducen los tiempos en promedio de un 30% [8].

Araníbar (2016) desarrolla una mejora en una empresa que fabrica abrasivos, que además de tener mercado aquí en Perú exporta aproximadamente más del 30%, el problema que se tiene es que la empresa no se encuentra preparada para cumplir con una demanda de capacidad productiva que exige el mercado objetivo, lo que cual es una desventaja para la compañía y deteriora la imagen ante el sector, y se elige realizar mejoras en el área de producción ya que es una de las actividades que genera más costes en cualquier empresa de producción. En la investigación se aplicó una de las herramientas Lean Manufacturing, como es Kanban en el área de servicio y reparación donde se incrementó del 100 % de la productividad, ya que se duplicó el flujo de producción en la fase inicial [9].

Baluis (2013) presenta una mejora en una empresa metalmecánica que fabrica una variedad de productos y en este caso se eligió la línea de termas eléctricas, donde se encontró el problema de desbalance de carga de trabajo, sobreinventarios entre procesos y altos tiempos en setup en maquinarias. Se planteó aplicar herramientas Lean como son Kanban y SMED, con la aplicación de las herramientas se planteó realizar un control diario si en caso sobrepase los 20 min en cambios de molde, se implementó tarjetas Kanban para poder utilizar y ayudar a ordenar el Kanban [10].

Castañeda (2016) propone una mejora en la empresa procesadora Perú SAC, donde el producto más demandado es el mango congelado, y a partir de herramientas como son entrevistas y encuestas se pudo reflejar los problemas que se tienen en esta línea

como es la demora en el proceso de corte de mangos a causa de mano obra no calificada y esto ocasiona que se tenga grandes cantidades de mango que se desecha. Con la aplicación de la herramienta 5S de la filosofía Lean Manufacturing, se logra incrementar en un 5 % la productividad a partir de una reorganización de áreas, una mejor planificación y al minimizar formatos [11].

Castro (2016) desarrolla una propuesta en la empresa Ajeper S.A. encargada de comercializar y elaborar bebidas gaseosas, el área de estudio se localiza en la línea de envasado PET; donde la situación problemática se encontró que al analizar la eficiencia global de equipos en el año 2015 dio como resultado un 63.1%, con respecto a esto se considera que no se cumplió con el límite siendo este igual o más a un 70%; además se tiene también la carente capacitación para operadores puesto que estos realizan trabajos de acuerdo a la experiencia que obtuvieron a lo largo; cabe mencionar que no se tiene una cultura de mejora en todas las áreas de la empresa. Se aplicó herramientas Lean Manufacturing como son SMED con la cual se obtiene un cambio minimizado en 20 minutos en cambio de formato y y en 18 minutos el cambio de sabor; también se utilizó el mantenimiento autónomo donde se estima reducir un 70% las paradas por mantenimiento se espera un incremento del indicador OEE de un 63.1% a un 73% [12].

Maguiña (2013) desarrolla una mejora en una empresa que se encarga de fabricar sistemas de automatización como son tapadoras, ensambladoras, etc. El problema encontrado es el incumplimiento de plazos de fabricación lo cual en los últimos servicios se ha visto evidenciado en encuestas de satisfacción al cliente. Se aplicó herramientas Lean Manufacturing 5S, JIDOKA Y POKA YOKE, con las cuales se logró optimizar los tiempos de ejecución con la disminución de tiempos de espera con un 50% sobre el tiempo anterior, además se logró mejorar el compromiso del personal [13].

Sandivar (2016) plantea una mejora en una empresa que se dedica a producir e innovar cristales de seguridad utilizando tecnología de punta; sus principales productos son destinados para aplicaciones en la industria automotriz. En la empresa se presentan

los siguientes problemas: un ambiente de trabajo desorganizado, acumulación de inventarios y cuellos de botella en los procesos de ensamblaje y curvado, cantidad de paradas en los procesos de corte pulido y curvado. Como resultados de la aplicación de las herramientas Lean que son 5S Kanban y TPM, se logró incrementar la producción en un 55%, en el área de curvado se logró minimizar 2.6 minutos y en el área de ensamblaje e minimizó un 3.5 [14].

Peralta y Rocha (2015) plantea una propuesta de mejora en una empresa Colombiana de nombre Ajoever, que fabrica derivados de plástico como son empaques de alimentos, tejas plásticas, tanques, etc, la empresa tiene la necesidad de aplicar herramientas Lean Manufacturing puesto que sus procesos presentan bajos niveles de eficiencia que se encuentran en el rango de 60 y 80% y como consecuencia se tiene un sobre costo en la producción además de demoras importantes lo cuales llevan a la reducción de satisfacción del cliente por los incumplimientos. Con la aplicación en la empresa del modelo de gestión Lean Manufacturing se hizo posible realizar ajustes en sus procesos para de tal manera lograr una lineación con los principios de la filosofía Lean se planteó estrategias como son la creación de equipos para cada línea a producción, generación de mapas de valor para cada línea, organizar por células de producción, realizar programas de producción más flexibles y finalmente plantear indicadores [15].

Titto (2018) plantea una propuesta de mejora en una empresa dedicada a la fabricación, comercialización, y servicios post venta de griferías, su principal cliente es el sector construcción, en este caso se realizó una evaluación de los principales problemas resultando como principal las roturas de stock. Para la solución a su principal problema, se aplica herramientas como son Poka Yoke, Kanban y TPM, con POKA Yoke se planteó elaborar dispositivos y paneles que ayuden a mitigar defectos en el proceso de pulido y colaje, con Kanban se planteó elaborar cartillas para la mejora del flujo de información, finalmente se aplicó TPM y se propuso un registro de incidencias semanal aplicable en todos los procesos [16].

Barahona y Navarro (2013) plantea una mejora en una empresa dedicada a la fabricación, comercialización de alambres se ubica en la ciudad de Lima, y también ofrece sus servicios a nivel internacional, ofrece sus productos a sectores como son minero, construcción, industrial, retail, agrícola y medioambiental, según la priorización de problemas se considera como los principales problemas al alto consumo de Zinc. Para hacer frente a estos problemas se plantea aplicar Herramientas Lean como son 5S y TPM, y Six Sigma para el detalle experimental. Con la aplicación de estas herramientas se logró disminuir la capa de zinc en 55.3g/m², un mejor flujo del proceso ya que se reducen las paradas y vibraciones de equipos que es importante ya que es un soporte para los niveles de velocidad [17].

Collantes (2018) desarrolla una propuesta de mejora en desarrolla en una Pyme del sector textil, donde sus principales actividades son el lavado, teñido, limpieza de productos textiles, y confección de prendas, ubicada en San Martín de Porres, Lima. El problema encontrado está en la cantidad de inventarios en procesamiento y reprocesos. Se planteó aplicar herramientas Lean Manufacturing, 5S, Kaizen, Poka Yoke. Como resultado de la aplicación de las herramientas, se mejoró el tiempo de ciclo en el servicio de lavado y teñido en un 6.67%, mejora en el espacio se logró ahorrar un 18.19%, además con la aplicación de la totalidad de herramientas se pretende solo terminar con un almacén de pedidos y de producto terminado [18].

Flores (2017) desarrolla una propuesta en una empresa de confección, que tiene entre sus principales productos polos, blusas, pantalones, casacas y faldas. En donde los principales problemas encontrados fueron en el área de producción puesto que como son trabajos no estandarizados, además de fallas en equipos por mantenimiento deficiente, e inventarios con deficiente control. Para tal efecto se consideró aplicar 5S, Kaizen y SMED. Con la aplicación de las herramientas lean en general se tiene como resultados, una reducción de tiempo de paradas y como consecuencia de ello una

reducción del tiempo de fabricación con un aumento de producción de 140 polos más al mes, además, se logra minimizar el tiempo de calibración de máquinas en 46% [19]. Mejía (2013) desarrolla una propuesta de mejora en una empresa de confección de ropa interior y calcetines, se determina como área de estudio el sector de ropa interior, donde se detectaron a través de un diagrama de flujo de valor, los problemas principales desorden en el área, tiempos largos al buscar herramientas, tiempos de parada de máquina con frecuencia. Se planteó aplicar herramientas Lean como son 5S, mantenimiento autónomo y SMED, como solución y con ello se logró una mayor aumentar a un 25% el tiempo de disponibilidad en máquinas ya que se logró gracias a la reducción de tiempos set-up y tiempos de reparación, también se logró tener un crecimiento de 4.3% en el área de calidad por la reducción de productos defectuosos, finalmente se tiene una mejora en el rendimiento de las línea de producción en un 2% [20].

Mío (2017) plantea una propuesta de mejora en una empresa de nombre Almaksa SAC que se dedica a realizar servicios de estructuras metálicas, obras civiles y servicios en general, donde se encontró problemas como son los trabajos a destiempo, deficiente delegación de funciones, carente manual de organizaciones y funciones de cada jefatura, trabajos reprocesados, los materiales, herramientas y equipos son suministrados a destiempo y por tal razón se tiene una baja productividad. Como solución se planteó utilizar herramientas Lean Manufacturing como son VSM, estandarización y Poka Yoke, como resultado se obtuvo la mejora en la productividad de un 77% a un 91% [21].

Acurio (2017) plantea una mejora en la Compañía Nacional de Chocolates de Perú S.A. el área de estudio es el de Moldeo, en el diagnóstico de la empresa se evidenció que el 24.74% es utilizado en el cambio de formatos y la disponibilidad de la maquina es del 75.46%, se plantea utilizar la herramienta SMED para minimizar el resultado dado en el diagnóstico, se utiliza como indicador el porcentaje de productividad,

disponibilidad eficiencia y eficacia. El resultado obtenido con la aplicación de la herramienta SMED con respecto a productividad, eficacia, eficiencia y disponibilidad se tuvo un incremento del 33%, 22%, 18% y 1.2 horas respectivamente [22].

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Lean Manufacturing

Es una filosofía que tiene como propósito disminuir esfuerzos (humanos y de equipos) y eliminar procesos que no agreguen valor al producto, todo esto a partir de un conjunto métodos, los cuales si son aplicados de manera correcta se logra en general mejoras que conllevan a las organizaciones a ser más competitivas en el mercado [23].

Cabe mencionar que la filosofía Lean Manufacturing, permite consumir óptimas negociaciones a partir de estrategias que buscan la minimización en costos y estas se logran desde el análisis de la cadena de suministro [24].

Este enfoque pretende mejorar la gestión con los clientes, la cadena de suministros y la fabricación productos [25].

Los principales objetivos que persigue son:

- i. Eliminar o minimizar excesos de recursos y reprocesos que conlleven a maximización de costos.
- ii. Reducir tiempos de espera, para poder de esta manera reducir plazos de entrega y tiempos de fabricación.
- iii. Minimizar inventarios que se encuentren en todas las etapas de producción.
- iv. Utilizar de manera eficiente el espacio de trabajo y los equipos con una maximización del flujo y la minimización de cuellos de botella [26].
- v. Buscar mejoras de calidad y perfeccionar procesos [27].

2.2.2. Siete fuentes de perdida

- i. Sobreproducción, no producir más allá de lo demandado.

- ii. Inventarios en proceso de exceso, lo cual provocan acciones que conllevan a generación de costos.
- iii. Transportes en exceso, es necesario mejorar el flujo.
- iv. Procesamiento en exceso.
- v. Movimientos innecesarios, es necesario tener un flujo óptimo.
- vi. Esperas innecesarias.
- vii. Productos defectuosos [28].

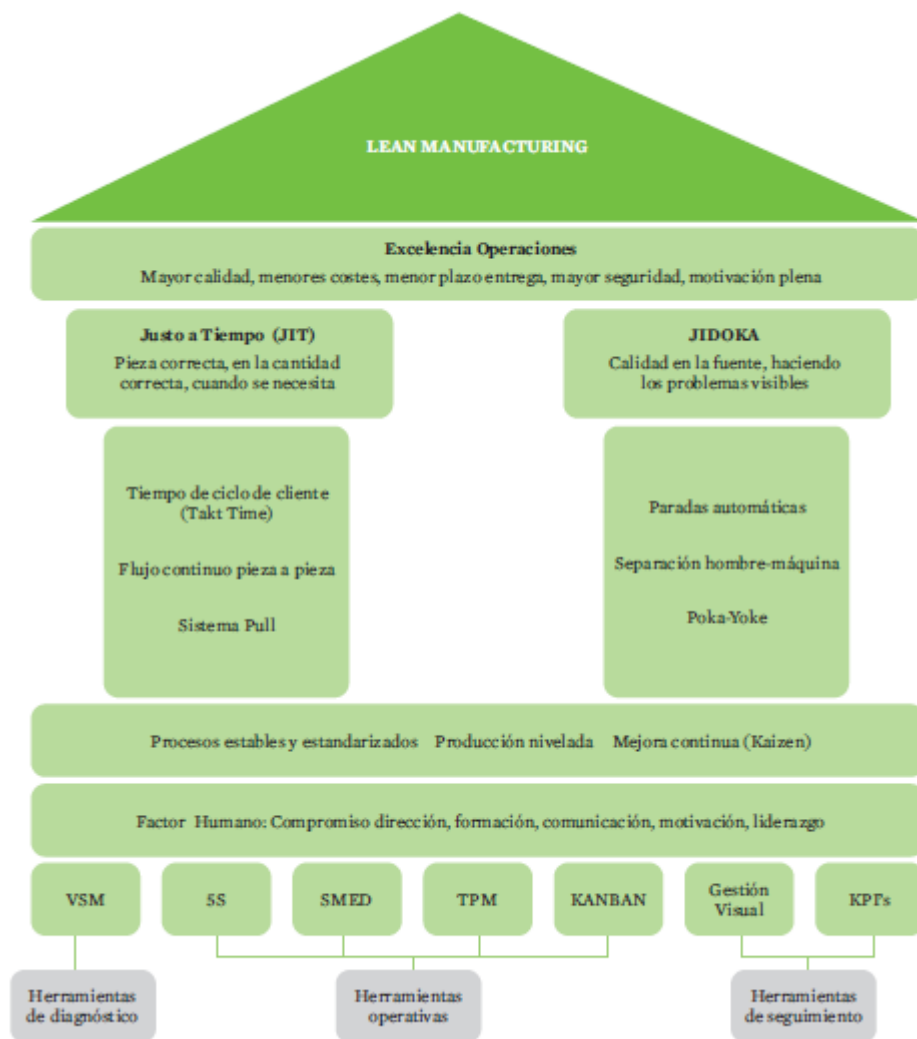


Figura 1 Adaptación actualizada de la casa de Toyota

Fuente: [29]

2.2.3. Las Tres M's

2.2.3.1. Muda

Está definida como cualquier actividad que se realice y que no agregue valor al producto; ya que se considera que la eliminación de desperdicio es la forma más eficiente de ser más rentables [23].

2.2.3.2. Mura

Se define como cualquier variación no prevista que provoca irregularidades en el proceso, lo cual ocasiona un desequilibrio [23].

2.2.3.3. Muri

Se define como una actividad que requiere de un estrés o esfuerzo inútil por parte de personal, material o equipo, ocasionando los famosos cuellos de botellas y con ello acumulación de actividades en un mismo proceso y finalmente tiempos muertos [23].

2.2.4. Herramientas de la Manufactura Esbelta

2.2.4.1. Filosofía 5S

Es el acrónimo de las iniciales de palabras en japonés, Seiri, Seiton, Seisu, Seiktsu, Shitsuke; que significa eliminar, ordenar, limpiar, estandarizar, crear hábito.

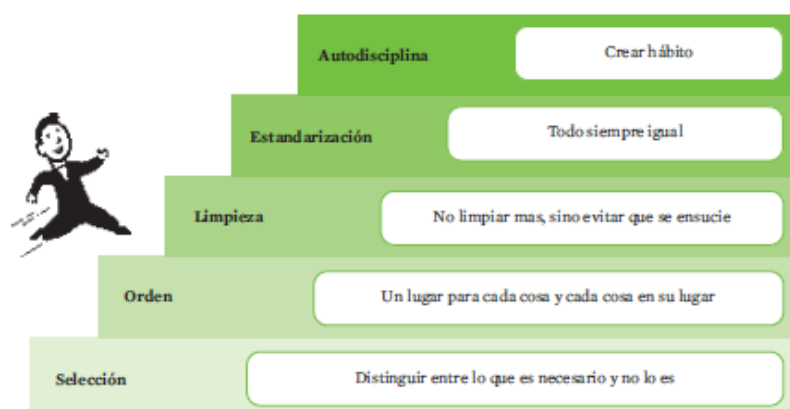


Figura 2 Pirámide 5S

Fuente: [29]

Esta filosofía tiene por objetivo evitar:

- i. Un aspecto sucio en las instalaciones, desorden de herramientas y equipos.
- ii. Un ambiente desordenado, como son los pasillos interrumpidos.
- iii. Elementos en mal estado, mobiliarios, ventanas, señalética, etc.
- iv. Recorridos innecesarios y ocupación de espacios [29].

La implantación de esta herramienta conlleva a una mejor asignación de recursos, a una adopción de una nueva cultura en donde se incluya palabras clave como orden, limpieza e higiene, los cuales son factor clave en dentro un proceso productivo de calidad y lo que persigue la empresa [29].

Además, esta herramienta permite desarrollar en la organización un comportamiento sistemático donde prime la clasificación, el orden, la limpieza, incrementar la productividad, al igual que la motivación, la calidad y sobretodo la competitividad [30].

- i. **Seiri** o clasificar, la primera S plantea eliminar del área de trabajo aquellos elementos innecesarios para poder llevar a cabo la actividad a realizar.
- ii. **Seiton**, la segunda S consiste en organizar todos los elementos que se considera serán útiles para poder realizar con facilidad nuestras actividades. Con esta herramienta se pretende mejorar la visualización del área de trabajo.
- iii. **Seiso**, la tercera S consiste eliminar suciedad y sus fuentes, lo cual está relacionado con el buen funcionamiento de los equipos y habilidad para fabricar productos de calidad.
- iv. **Seiketsu**, la cuarta S consiste en mantener lo logrado, esta penúltima S está relacionada con la creación de hábitos para la conservación de un ambiente en buenas condiciones.
- v. **Shitsuke** o Disciplina, esta última S consiste en desarrollar una cultura de autocontrol, y seguir manteniendo lo logrado en las anteriores S', esta última fase se considera un paso para el concepto Kaizen [31].

2.2.4.2. Mantenimiento productivo total o TPM

El mantenimiento productivo total o conocido también por sus siglas en Inglés “Total Productive Maintenance (TPM)” tiene como idea principal utilizar un conjunto de técnicas para minimizar desperfectos mediante la participación de todos los empleados, ya que se considera que esta tarea incluye a todos los miembros de la empresa.

Esta herramienta busca maximizar la eficacia de los equipos y tener un sistema de mantenimiento productivo que se desarrolle desde la etapa del diseño de tal modo que desde el diseño se planifique un mínimo o nulo número de mantenimientos en la Figura 2 se puede observar las seis grandes pérdidas en equipos.

La metodología que sigue esta herramienta es la siguiente:

- i. Se inicia con una revisión de la información necesaria con respecto a equipos averías y tareas preventivas.
- ii. Seguido se trata de dejar a los equipos como en su estado inicial.
- iii. Posteriormente se trata de la formación de los encargados donde estos deben tener el grado de instrucción adecuado para seguidamente proponer mejoras [29].

Tabla 2 Pérdidas en equipos

Las seis grandes pérdidas en los equipos productivos	
Tipo	Pérdida
Tiempo Muerto	1. Averías debidas a fallos en equipos.
	2. Preparación y ajustes. Ejemplos, cambios de utillajes, moldes, ajustes herramientas.
Pérdidas de velocidad	3. Tiempo en vacío y paradas cortas (operación anormal de sensores, bloqueo de trabajo en rampas, etc.).
	4. Velocidad reducida (diferencia entre la velocidad nominal y la real).
Defectos	5. Defectos en proceso y repetición de trabajos (desperdicios y defectos de calidad que requieren reparación).
	6. Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y producción estable.

Fuente: [29]

2.2.4.3. Benchmarking

Es una herramienta que tiene como objetivo realizar una evaluación e intentar mejorar resultados de organizaciones similares, ya que lo que pretende esta herramientas es comparar las prácticas propias con organizaciones líderes en su sector e intentar superarlas [32].

A continuación, tres etapas que integran un benchmarking:

- i. **Análisis:** Esta etapa consiste en la elaboración del plan de trabajo en donde se define los recursos, los responsables y la descripción de los procesos a comparar.
- ii. **Descubrimiento:** En esta etapa el equipo definido realiza la labor de la investigar y comparar procedimientos y métodos empleados con el fin de poder aplicarlos en la organización.
- iii. **Instrumentación:** En esta etapa se debe llevar a cabo las acciones definidas en la anterior fase, además también en esta consiste en la determinación de responsables que supervisen los cambios desarrollados. [33].

2.2.4.4. SMED

Es una metodología ideada por Shingeo Shingo, cuando intentaba reducir el tiempo de cambio de una prensa; el cual posteriormente trabajó junto a Toyota [34].

El método SMED pretende insertar la idea de que cualquier inicialización de proceso se debería realizar en menos de diez minutos, según lo entendido en su acrónimo “Single minute Exchange of Die”. Este proceso de inicialización consta del tiempo de cambio y ajustes que se realizan en maquinaria [35].

La metodología diferencia dos tipos de actividades como son:

- i. **Actividades internas:** Esta referido a todas las actividades o ajustes que se realicen cuando la máquina no se encuentra en actividad y aún no se iniciado la producción.

- ii. **Actividades externas:** Referido a todas aquellas actividades y ajustes que se realizan durante el proceso o cuando se tiene en marcha la producción.



Figura 3 Tiempo de cambio de lote

Fuente: [36].

Cabe mencionar que esta herramienta requiere de un actitud abnegada por parte de los colaboradores y sentirse más involucrados ya que de esta manera se convierte en una manera más fácil de entender y poder diferenciar entre actividades internas y externas [37]

Como sugerencia para la aplicación de la herramienta, es poder conocer a fondo los productos, operaciones, máquinas, tipo de distribución y conocimiento sobre las instrucciones de preparación. Posteriormente antes del inicio de la secuencia que sigue este método es importante tener información anterior como son los tiempos anteriores de preparación (historial) [38].

Tipos de SMED

Mendoza (2018) cita a Rajadell y Sánchez (2010) quienes consideran los siguientes tipos de SMED:

- i. **Cambio de utillaje y herramientas**, este tipo de cambios es usual en talleres donde los operadores fijan moldes y los retiran, y hacen uso de fresas sierras entre otras.
- ii. **Cambio de Parámetros estándar**, es usual en empresas donde se utiliza máquinas de corte, equipos programados.
- iii. **Cambio de Piezas a ensamblar u otros materiales**, es usual en producciones donde se tiene un producto que requiere de incorporación de piezas y materiales.
- iv. **Preparación general previa a la Fabricación**, este tipo de SMED, incluye variedad de actividades entre las que se encuentran el arreglo de equipos, ensayo del proceso, limpieza general del área, asignación de tareas e incluso de revisión de plano y otros documentos. [6]

A continuación, las fases de la herramienta en mención:

- i. Preparación y observación, en esta etapa se trata de juntar a todos los miembros de cada proceso como son producción, mantenimiento, ingeniería, etc., poder tener conocimiento completo de los procesos realizados en la organización e iniciar con el cronometraje en la etapa de inicialización.
- ii. Diferenciación o separación entre operaciones externas (maquina en marcha) e internas (maquina parada).
- iii. Conversión de operaciones internas a externas.
- iv. Reducir operaciones internas, mediante la eliminación de ajustes, minimización de elementos de fijación, y adecuado posicionamiento de elementos que necesite determinado trabajo.
- v. Minimizar operaciones externas al igual que los internos se tendrá que eliminar búsquedas, disminuir desplazamientos, y descartar tiempos de espera.

vi. Finalmente, se debe estandarizar lo cambios realizados con la debida documentación y difusión al personal [34].

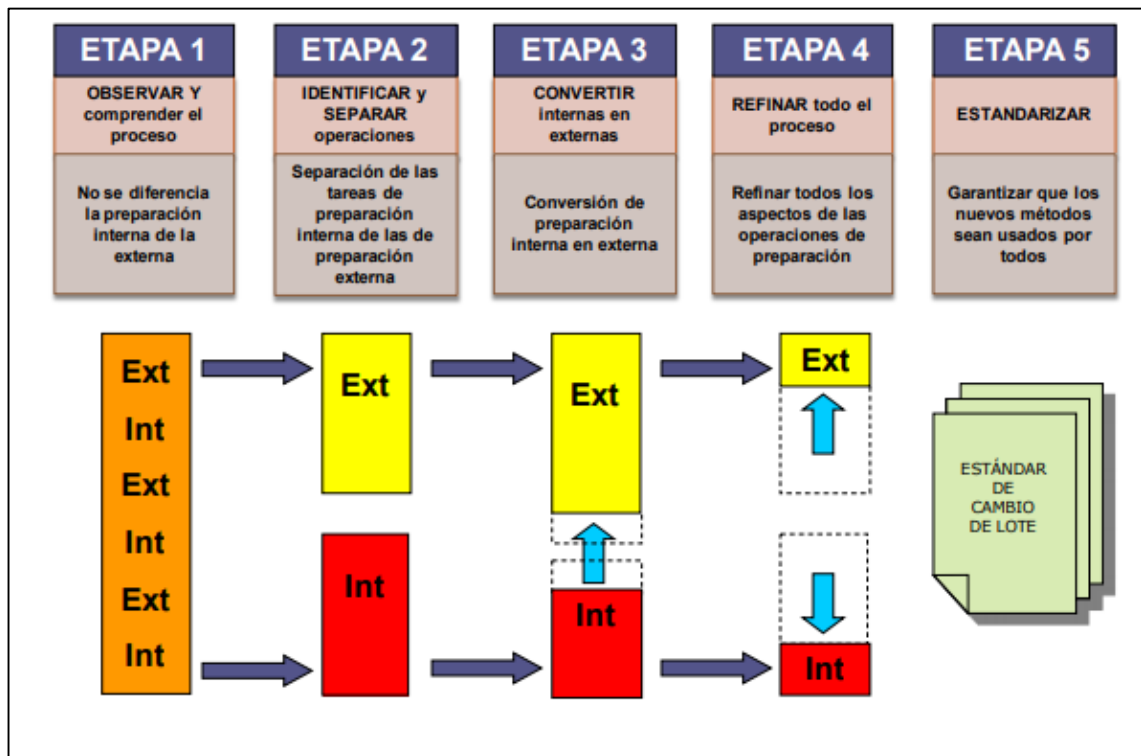


Figura 4 Etapas de la metodología SMED

Fuente: [36]

Gonzales, Cano, Beltrán y Valenzuela (2017) plantean un método guiándose de Shingo (1997) y Socconini (2008).

- Primero se inicia con la descripción del área de trabajo, donde se identifica los recursos del área involucrada.
- Segundo se identifica el tipo de método de trabajo actual, en este paso es necesario registrar las actividades involucradas.
- Tercero se trata del registro de tiempos de las actividades actuales identificadas anteriormente.
- Cuarto se debe de clasificar las actividades de acuerdo a lo mencionado en las fases (actividades internas y externas) además se inserta el valor de NVA (actividades que no agregan valor).

- v. Quinto esta etapa trata de la modificación del método de trabajo actual, donde se plantea propuestas de procedimientos ideales para realizar la secuencia en menor tiempo.
- vi. Sexto en esta etapa se debe de realizar la capacitación al personal involucrado, donde se presenta la propuesta aceptada con el fin de exponer la secuencia y todas aquellas actividades y documentos que estén involucrados en los cambios realizados.
- vii. Séptimo se trata de la validación, donde se implementa una prueba y se compara los tiempos actuales y los resultados de la prueba.
- viii. Octavo, se realiza un análisis costo- beneficio, identificándose los beneficios y costos incurridos. [39]

Los beneficios que ofrece son los siguientes:

- i. El primer y principal beneficio es la conversión de tiempos no productivos a tiempos productivos, los cuales ayudan a mejorar la capacidad productiva en planta.
- ii. El segundo beneficio es que se logra una flexibilidad por la minimización de plazos y reorganización a partir de métodos de mejora, lo cual incita a una mejor disponibilidad de planta.
- iii. El tercer beneficio se trata de una estandarización de procedimientos que ayuda a realizar procesos mejor planteados que tiene como objetivo mejorar la competitividad de la empresa [36].

2.2.4.5. Jidoka

Se considera una herramienta que permite alertar cuando una maquinaria sale de su ritmo, y con esto evitar la generación de anomalías, en consecuencia se quiere lograr que el recurso humano se sienta con mayor compromiso de realizar una mejora en la calidad de los productos [40].

2.2.4.6. Poka Yoke

Esta técnica consiste en aplicar creatividad en la generación de dispositivos que ayuden a minimizar errores humanos y de esta manera se minimice tiempos.

Esta herramienta es ideal aplicar en el tipo de industrias en los cuales un lapsus de momentáneo de error pueda ocasionar unas consecuencias peligrosas. Existe una relación con la ergonomía y mejorar las condiciones en la que se trabaja [41].

2.2.4.7. Kaizen

Es una palabra japonesa que significa mejora continua, con esta filosofía la empresa se adopta a una cultura de querer mejorar y esforzarse para lograr un óptimo proceso productivo [42].

Esta herramienta incluye a todas las jerarquías de la empresa tanto gerencia como trabajadores, buscándose una mejora en la actitud de las personas a partir de un conjunto de prácticas que ayuden a mejorar lo realizado [43].

2.2.4.8. VSM

Es la representación gráfica de operaciones, flujos de información, procesos y demás datos en juego. El VSM, tiene como objetivo la detección de tiempos que no estén aportando a crear valor, como son los tiempos de espera por alguna máquina en espera de mantenimiento, con esta primera representación gráfica se tiene el primer paso para definir mejoras que ayude a aumentar la proporción de creación de valor [44].

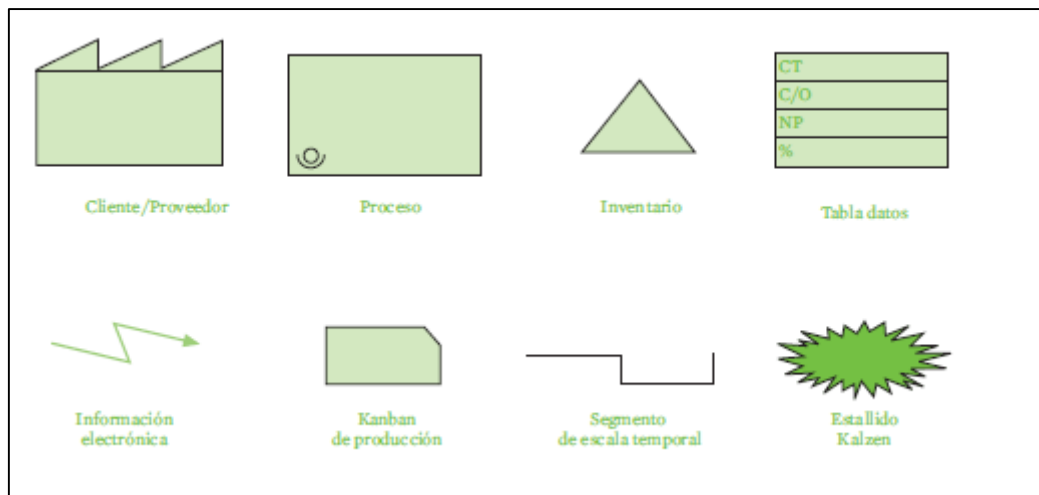


Figura 5 Ejemplos de símbolos VSM

Fuente: [29]

A continuación, detalle de los tres componentes:

- i. **Valor (Value):** El valor se entiende como todo aquello que el cliente desea invertir para obtener un producto o servicio.
- ii. **Proceso (Stream):** Se define como toda la sucesión de procesos para la obtención de un producto, en donde se clasifica en procesos piloto (gestión, estrategia, calidad, seguridad), operativos (netamente área productiva y de soporte (Logística y recursos humanos).
- iii. **Cartografía (Mapping):** Es el uso de pictogramas como medio para la visualización del funcionamiento de la empresa, esta debe organizarse en tres flujos como se observa en la imagen.

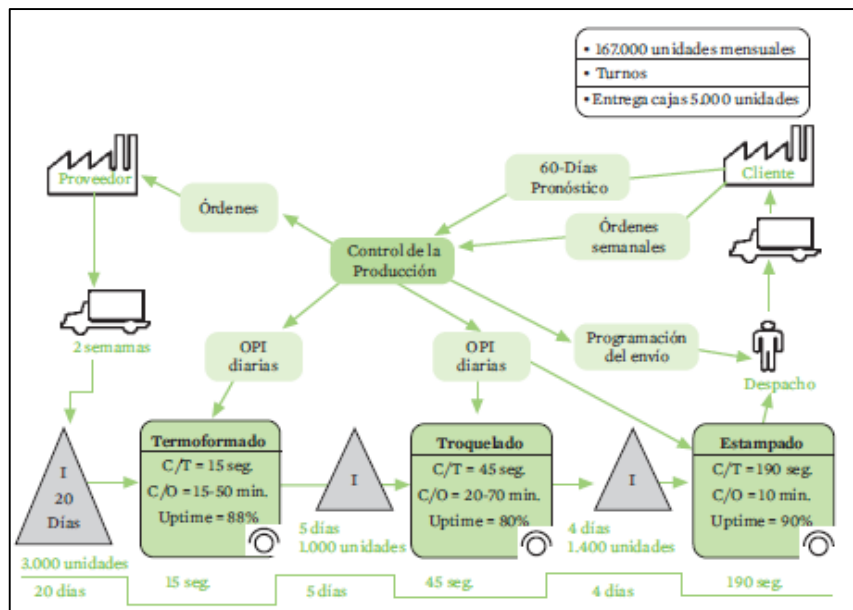


Figura 6 Ejemplo de mapa de flujo de valor

Fuente: [29]

2.2.4.9. Kan-Ban

Esta herramienta se caracteriza por las tarjetas que maneja, la cual informa sobre el flujo del producto. Esta es una herramienta de gestión que permite a la organización asumir la cantidad de trabajo que dispuesto a producir evitando sobrecargas. [45].

El objetivo que tiene esta herramienta es la disminución en el tiempo de servicio desde que entra al sistema hasta que se sale [46].

En la siguiente Figura se puede observar que se tiene dos tipos de Kanban:

- De producción: Esta referido a lo que se tiene pendiente de fabricación en el proceso posterior.
- De transporte: Esta referido a lo que se tiene pendiente retirar del proceso anterior.

Estas Tarjetas con las que trabaja la herramienta Kanban, tienen como idea principal el abastecimiento único del material vendido, y de esta manera la eliminación de productos en stock.

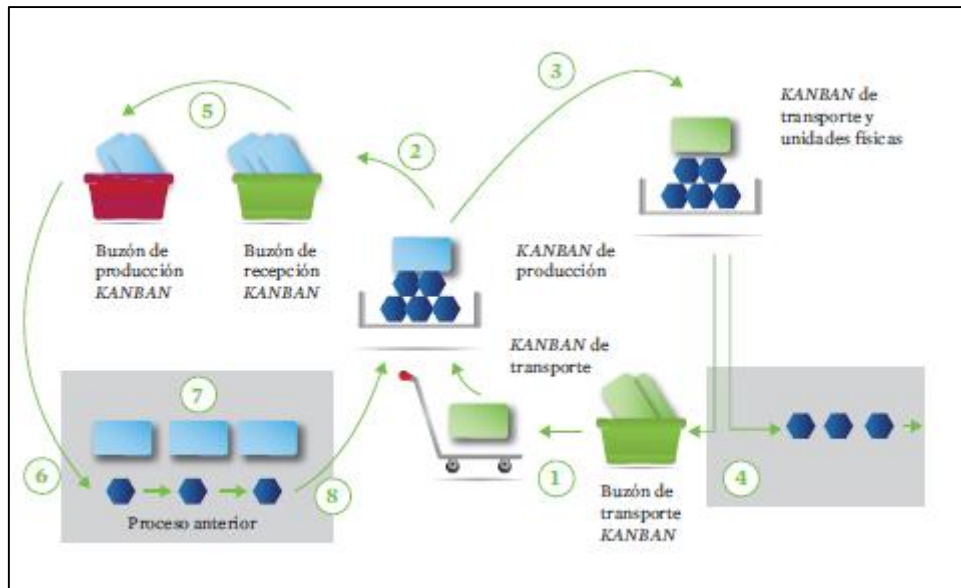


Figura 7 Esquema del sistema Kanban

Fuente: [29]

2.2.5. Ingeniería de Métodos

La ingeniería de métodos concatena al ser humano en el proceso de producción; su importancia radica en lograr el mejor desempeño por parte del trabajador y esta se caracteriza por el uso de teorías, técnicas que ayudan en la toma de decisiones.

La ingeniería de métodos comprende el estudio del proceso, movimientos, y cálculo de tiempos [47].

2.2.5.1. Estudio de métodos

El estudio de métodos es considerado un registro y análisis de cómo se realiza cada una de las actividades que intervienen en el proceso de fabricación de un producto; utiliza símbolos generados por la Asociación de Ingenieros Mecánicos de Estados Unidos de América (ASME), que ayudan a organizar la información recopilada a partir de estos gráficos y diagramas [48].

A continuación, los símbolos utilizados en el diagrama de análisis de procesos:

- i. **Operación:** Representada por un círculo, es utilizada cuando se presentan actividades donde se propician cambios de características físicas o químicas.

- ii. **Transporte:** Representada por una flecha direccionada a la derecha, es utilizada cuando ocurre un traslado de personas, materiales o equipos.
- iii. **Inspección:** Representada por un cuadrado, es utilizada cuando se realiza una verificación del producto o materiales.
- iv. **Demora:** Se representa por un símbolo semicircular, es utilizado cuando se presenta una interferencia en el flujo de las operaciones.
- v. **Almacenamiento:** Se representa por un triángulo invertido, es utilizada cuando se realiza el depósito de materiales o producto.
- vi. **Actividades combinadas:** Se representa por la fusión de un cuadrado (Inspección) y un círculo (operación), es utilizada cuando se desarrollan las actividades paralelamente [48].






Símbolo	Acción	Resultado
	Operación	Produce o termina
	Transporte	Movimiento
	Inspección	Verifica
	Espera	Interfiere
	Almacenamiento	Conserva

Figura 8 Simbología DAP

Fuente: [49]

Objetivo que persigue el Diagrama de Análisis del proceso:

- i. Comparación de métodos.
- ii. Estudio de operaciones y relación entre ellos.
- iii. Minimización o anulación de demoras.
- iv. Seleccionar operaciones para un estudio con más detalle.
- v. Para el estudio de acontecimientos de forma más sistemática.
- vi. Para un mejor manejo y manipulación de materiales.
- vii. Para la simplificación de operaciones.

viii. Para la mejora en la disponibilidad de locales.

ix. Plasmar la secuencia de lo ocurrido durante el proceso. [50]

2.2.5.2. Estudio de tiempos

Se considera una técnica básica que tiene como objetivo el registro de tiempos en la ejecución de actividades. A continuación, los pasos generales para el desarrollo de un estudio de tiempos:

- i. Seleccionar el área de trabajo.
- ii. Seleccionar un operador promedio.
- iii. Dividir elementos.
- iv. Efectuar mediciones de prueba.
- v. Determinar tamaño de muestra.
- vi. Cronometrar.
- vii. Calificar la actuación del operario [48].

2.2.6. Distribución de planta

La distribución de planta tiene por objetivo elegir la mejor disposición de los elementos necesario para llevar a cabo una actividad, se debe tener en cuenta que se cuente con el espacio necesario para cada operación además de la adecuada circulación de materiales personas e información [51].

2.2.6.1. Planeación sistemática de distribución de planta (SLP)

Se considera una técnica que permite disponer de manera eficiente el espacio, de esta manera asegurar un proceso eficiente y un ambiente de trabajo adecuado. La distribución de planta persigue intereses económicos (eficiente proceso conlleva a minimización de costos) y sociales (satisfacción del trabajador por un ambiente de trabajo adecuado) [49].

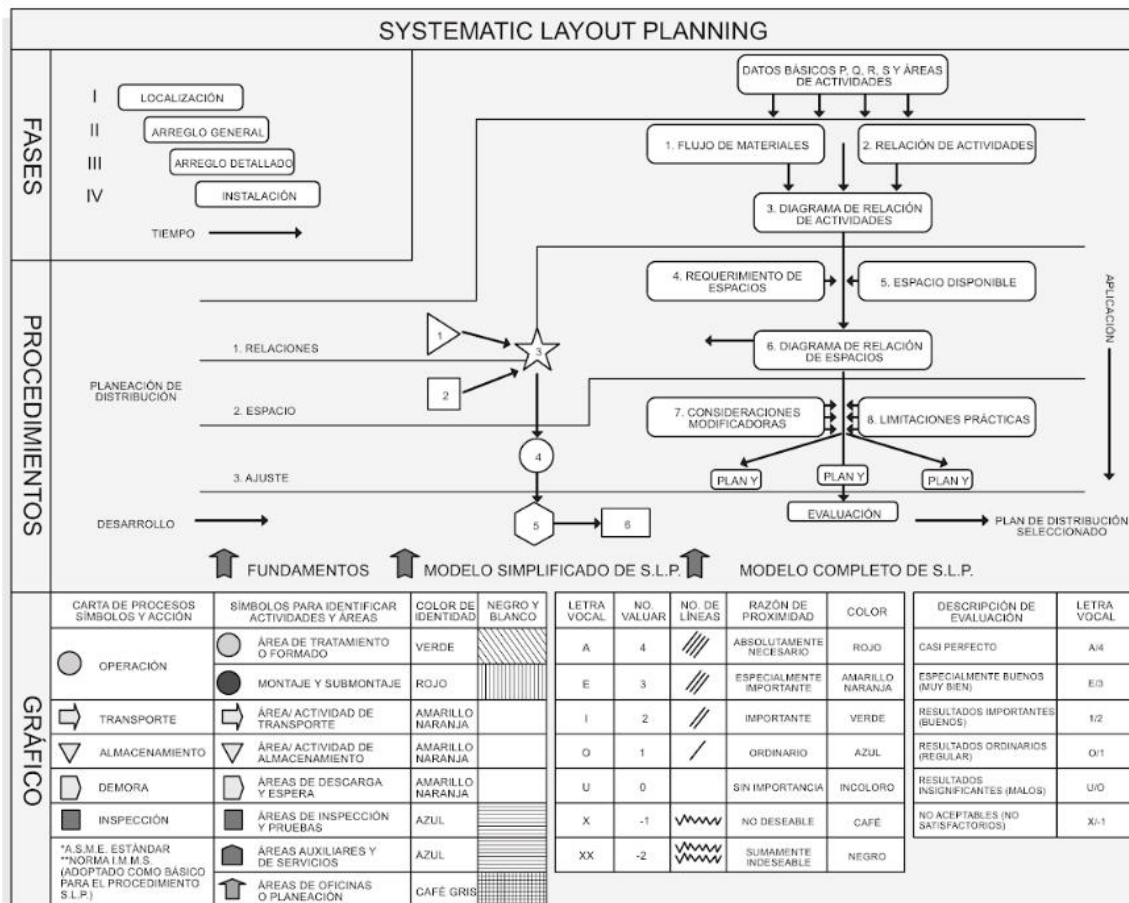


Figura 9 Planeación sistemática de distribución de Planta

Fuente: [49]

Los objetivos principales que persigue son:

- Reducir riesgos de accidentes, y proveer un ambiente adecuado de trabajo.
- Incrementar de la producción, al eliminar espacio entre procesos.
- Optimizar los espacios para cada área.
- Mejorar el proceso de supervisión, al tener un ambiente más organizado y despejado [49].

El modelo para la planeación de la distribución de planta, implica tres elementos principales como son.

- Relación: Esta referida a la dependencia que existe entre actividades y áreas.
- Espacio: Se relaciona con la función que se realizará dentro.
- Reparto: Esta referida al orden de distribución.

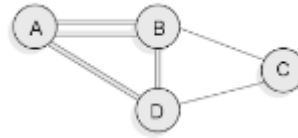


Figura 10 Representación de relación

Fuente: [49]

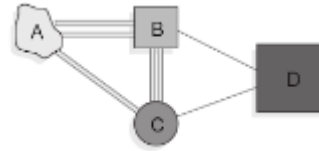


Figura 11 Representación de espacio

Fuente: [49]

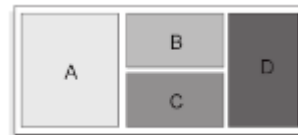


Figura 12 Representación de reparto

Fuente: [49]

2.2.6.2. Análisis P-Q

Este análisis permite determinar el tipo de distribución ya que para los artículos de alto volumen es recomendable el uso de una distribución por producto, y los productos con bajas cantidades una distribución de acuerdo a especialidad o taller.

2.2.6.3. Gráfica de relaciones

Está representada por una semimatriz, donde se presentan las relaciones que se tienen entre áreas funcionales o actividades. Se tiene la idea de ubicar cerca el área o actividades que presenten más razones.

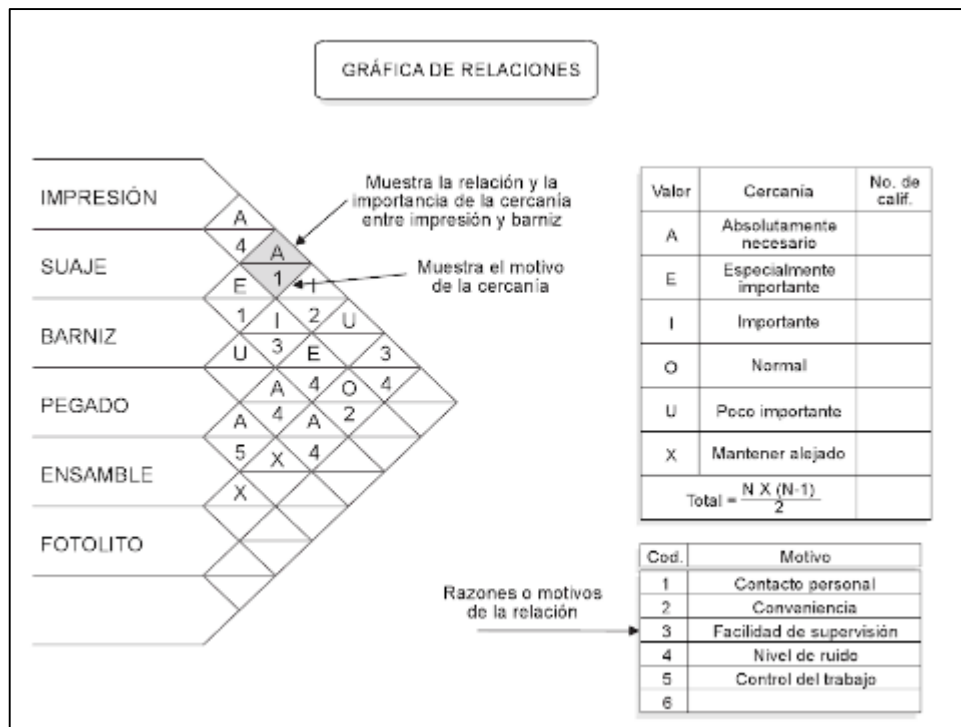


Figura 13 Gráfica de relaciones

Fuente: [49]

2.2.6.4. Diagrama de relaciones

Está representada por símbolos, y esta deviene de la gráfica de relaciones, pero en este caso se obvia el espacio.

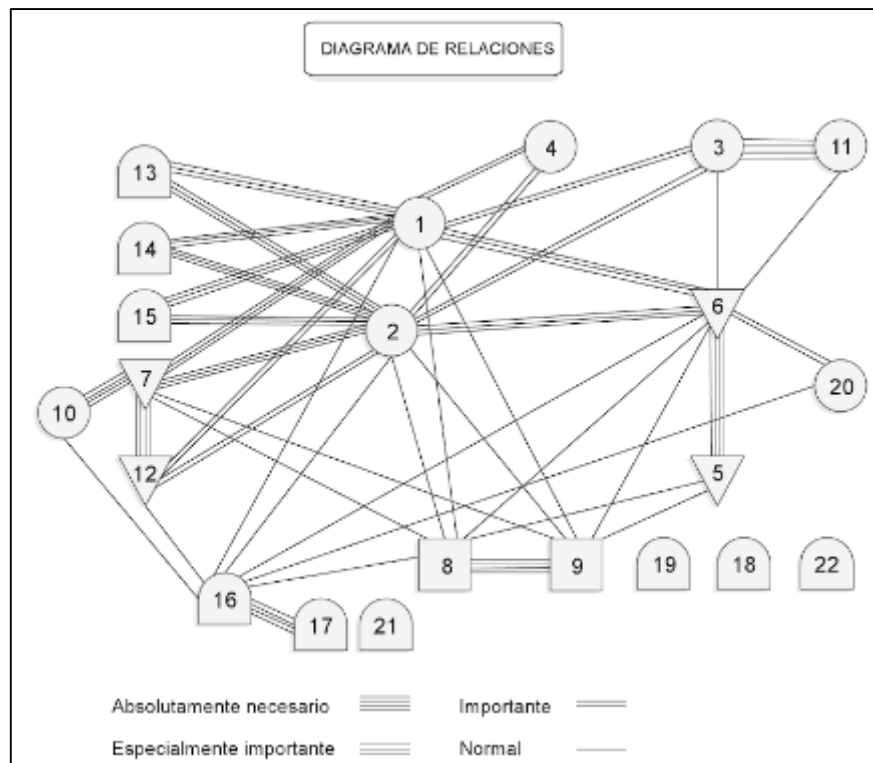


Figura 14 Gráfica de relaciones

Fuente: [49]

2.2.7. Tipos de distribución de planta

2.2.7.1. Distribución por producto

Esta distribución se caracteriza por disponer equipos de acuerdo a una secuencia de operaciones que debería seguir el producto a obtener. Este tipo de distribución es utilizada para productos que tengan un alto grado de homogeneidad, demanda regular, y un alto volumen de producción [52].

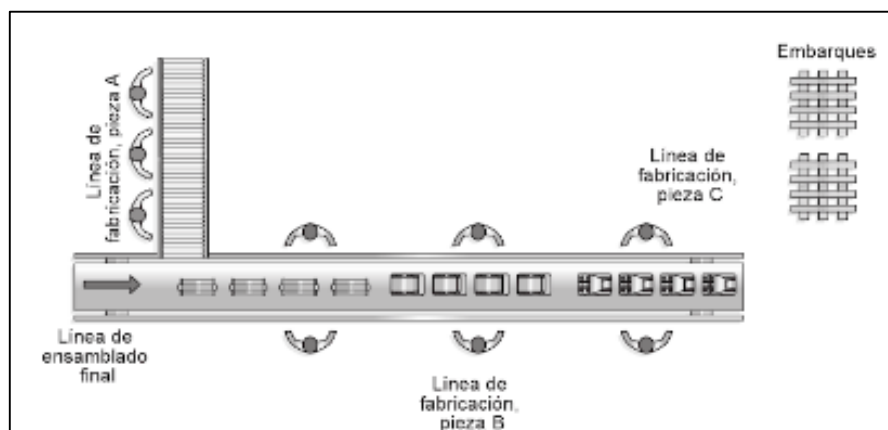


Figura 15 Distribución por producto o línea

Fuente: [49]

2.2.7.2. Distribución por proceso

Esta distribución se caracteriza por agrupar operaciones, y es utilizado en empresas que ofrecen una amplia gama de productos en pequeños lotes [53].

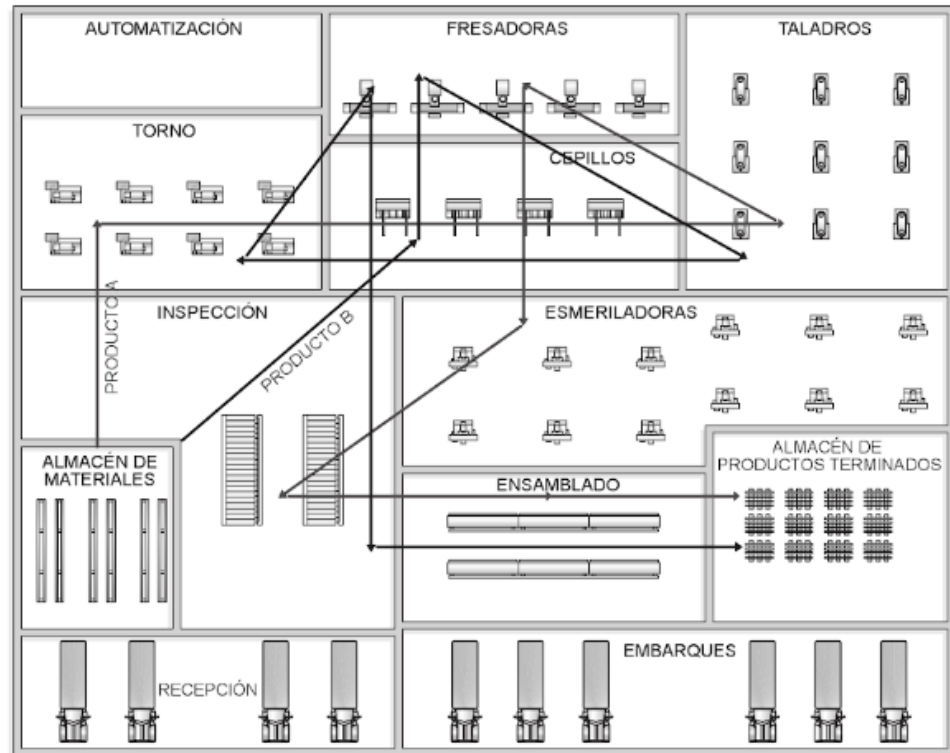


Figura 16 Distribución por proceso

Fuente: [49]

2.2.7.3. Distribución por posición fija

Este tipo de distribución se caracteriza por la imposibilidad de movilizar el producto y por tal razón los demás recursos como son mano de obra y equipos son desplazados hacia el producto [54].

2.2.7.4. Distribución de tecnología de grupos o celular

Esta distribución consiste en la agrupación de máquinas y grupos de trabajadores lo cual es considerado como celdas, esta distribución busca optimizar el espacio entre operaciones y es la combinación de la distribución por

producto y proceso, aprovechando la eficiencia de la primera y la flexibilidad de la segunda [55].

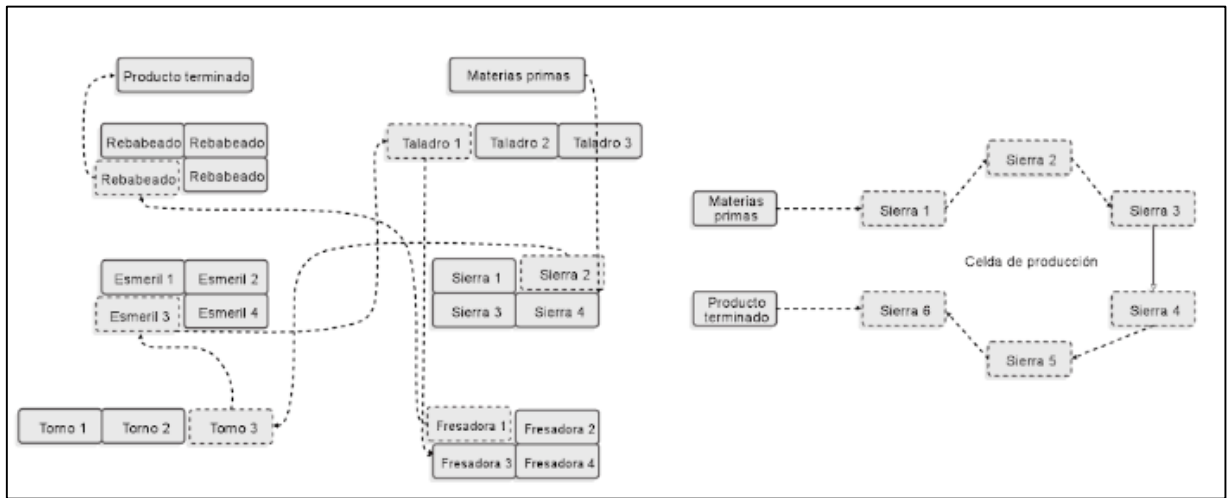


Figura 17 Distribución para manufactura celular

Fuente: [49]

2.2.8. Métodos de distribución de planta

2.2.8.1. Método de Guerchet

Este método tiene como pilares considerar tres superficies para poder determinar la superficie total. A continuación, las superficies:

- Estática: Se considera estática al espacio físico que ocupa las maquinas, equipos, mobiliario.
- Gravitación: Se considera gravitación al espacio que ocupa el personal encargado de la máquina.
- Evolución: Se refiere al espacio necesario para realizar movimientos alrededor de la maquina (transporte de materiales, y personal) [52].

2.2.8.2. Método de eslabones

Este método intenta mejorar el orden físico entre áreas a partir de las relaciones que existan entre ellos, tiene como base el proceso que debe seguir, teniendo como objetivo caminos más cortos, eliminando retrocesos. Este método es

similar al anterior, con la diferencia del agregado del término unidad de manutención (unidad de medida) [56].

2.2.8.3. Método Gamas ficticias

Este método permite analizar un mejor orden para máquinas en el caso se produzcan variedad de productos en el mismo momento. Se trata de crear secuencias para cada producto, con el objetivo de minimizar costos con reprocesos y cruces entre ellos [56].

2.2.9. Industria de plásticos reforzados en Fibra de vidrio

2.2.9.1. Historia

El término plástico reforzado en fibra de vidrio, se inicia aproximadamente en 1920 como un sustituto de materiales como son aluminio, metal, madera. En 1930, comienza su desarrollo en la industria automotriz y en los 40's ingresa en el mercado marino por las características como ligerabilidad, moldeabilidad y resistencia la corrosión.

En EEUU se consolidó el uso de FRP en muchos sectores como son marino, industrial, recreativo (toboganes); siendo este el que utiliza mayor cantidad de este material. En Latinoamérica los países como Brasil y Venezuela han ido impulsando el uso de FRP en los sectores de transporte y comunicaciones [57].

2.2.9.2. Materiales compuestos

Son aquellos que mezclan dos o más materiales juntos para formar un material con una serie de propiedades ya que cada material continúa existiendo, pero de forma distinta. Existen clases y entre ellos se encuentran los reforzados con fibras, de partículas (ejemplo concreto) y laminares [58].

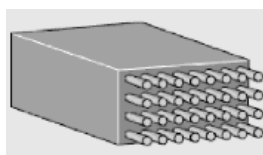


Figura 18 Compuestos reforzados

Fuente: [58].

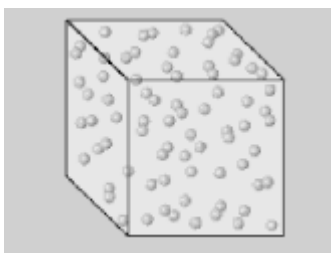


Figura 19 Compuestos de partículas

Fuente: [58]

2.2.9.3. Fibra de vidrio

La fibra de vidrio está compuesta por filamentos de vidrio compuesta por variedad de minerales como arena de sílice, piedra caliza ceniza de soda o carbonato de sodio, la cual se presenta de varias formas como tubos, mallas, y tejidos [59].



Figura 20 Tela de fibra de vidrio

Fuente: [59]



Figura 21 Bobinas de fibra de vidrio

Fuente: [59]

2.2.9.4. Resina

Esta se presenta en estado líquido y con el curado se convierte en sólido. Las propiedades que presenta son la resistencia mecánica, al agua, a la radiación y cualidades adhesivas.



Figura 22 Cilindro de Resina

Fuente: [60]

Existen resinas para laminación, estas se presentan en varios colores y tiene la característica de ser un líquido traslúcido más conocido como Gelcoat y a

diferencia de otro este es más viscoso, más resistente, aplicado directamente al molde para dar más suavidad [60].

2.2.9.5. Técnicas para producir en plástico reforzado en fibra de vidrio

i. Moldeo abierto

- 1. Laminación manual:** Esta técnica consiste en cubrir con resina la manta de fibra de vidrio y a través de rodillos eliminar burbujas.
- 2. Laminación mediante proyección:** Para esta técnica es necesario utilizar una máquina que realiza recortes y en simultáneo se va rociando gel sobre el molde [61].

ii. Moldeo cerrado

- 1. Inyección o Moldeo por Transferencia de resina:** Esta técnica se utiliza cuando el molde tiene entradas para el ingreso de resina y salidas para el aire.
- 2. Infusión o Moldeo por transferencia de resina asistido mediante vacío (VARTM):** Esta técnica es bastante parecida a la anterior pero en esta se tiene vacío [61].
- 3. Filament Winding:** Para esta técnica es necesario que la fibra sea bañada con resina y posteriormente sea enrollada sobre el molde [61].

2.2.9.6. Proceso de fabricación de productos en plástico reforzado en fibra de vidrio

El proceso de fabricación se inicia con la recepción y almacenamiento de materias primas como son fibra de vidrio, resinas y aditivos.

Se continúa con la etapa de preparación de molde, que consiste en pulir y dejar un molde liso para su posterior aplicación de cera desmoldante y este debe ser realizado de forma manual, para finalizar esta etapa se debe aplicar una capa de gelcoat que permite separar y evitar el contacto directo entre molde y el producto a fabricar.

Posteriormente se realiza el corte de fibra la cual puede llegar en planchas o rollos que dependerán del tipo de producto, importante considerar tijeras o navajas nuevas que mantengan un filo para evitar el desperdicio.

Seguido se impregna una capa de gelcoat en el molde y antes de que endurezca (gelado) se comienza con la colocación de la fibra en el molde. Esta colocación de fibra de vidrio se colocará de acuerdo al tamaño del producto y de acuerdo a especificaciones en espesor.

A continuación, se procede con la preparación de resina, esta mezcla contiene resina iniciadores, aceleradores y cargas. Posteriormente esta mezcla será aplicada en el molde el cual se encuentra cubierto de fibra de vidrio con ayuda de rodillos que ayudan a consolidar la mezcla entre fibra y resina.

Seguidamente se tiene el proceso de curado donde el molde y la pieza permanecen en reposo para que seque la pieza, y se pueda completar el proceso exotérmico que se minimiza en tiempo por la adición de aceleradores

El desmolde se realiza aplicando fuerza para poder separar la pieza del molde, seguido se comienza a dar acabados para tener una superficie lisa y se continua con la aplicación en base para un posterior pintado

A continuación, se realiza una inspección en donde se verifica que se cumpla con las especificaciones.

Finalmente el embalaje consiste en envolver con una plástica el producto para evitar manchas o polvo [62].

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

En este tercer capítulo se presenta la manera en que se llevó a cabo la investigación describiendo el tipo y el método, asimismo se planteó los instrumentos utilizados con el fin de lograr recabar información relevante y significativa.

3.1. Tipo de Investigación

La investigación será de tipo descriptiva, ya que permite conocer el proceso de fabricación a través de la descripción de las actividades, personas y materiales que forman parte de este. Además, se realiza una investigación explicativa, ya que no se limita a tan solo la descripción de conceptos sino también se pretende observar resultados en la variable “mejora en el proceso de fabricación” con respecto a la puesta en marcha de la variable “Herramienta Lean Manufacturing”; en este caso la práctica de la herramienta SMED de la filosofía Lean Manufacturing.

3.2. Método de la investigación

El trabajo se rige en la siguiente secuencia:

- i. Primero, se realiza la selección del producto principal a estudiar con ayuda de un Análisis P-Q.
- ii. Segundo se detalla los recursos a utilizar (mano de obra, materiales; equipos, instalaciones).

- iii. Tercero, se detalla el DAP del proceso de fabricación de productos en plástico reforzado en fibra de vidrio.
- iv. Cuarto, se realiza el diagnóstico actual a partir de la información anterior.
- v. Quinto, se inicia con el desarrollo y evaluación de la propuesta donde se detalla las etapas que sigue la metodología de la Herramienta SMED (preparación, separación, conversión)
- vi. Sexto, dentro de la etapa de preparación se desarrolla sub actividades como son la descripción del área del trabajo, identificación del método actual con actividades y el registro de tiempos de las mismas, esto a partir de las herramientas de levantamiento de datos como son la lista de chequeo y la ficha de observación.
- vii. Séptimo, dentro de la etapa de separación se realizar la clasificación de las actividades ya listadas en la anterior etapa.
- viii. Octavo, dentro de la etapa de conversión se encuentran sub actividades como son la etapa de modificación del actual método de trabajo a partir de planteamientos de mejoras para el desarrollo de una secuencia en menor tiempo; y el registro de los nuevos tiempos a partir de cronometraje del nuevo recorrido considerando las situaciones hipotéticas planteadas.
- ix. Séptimo, se plantea los resultados en gráficos de columnas para realizar la comparación entre lo actual y lo propuesto.
- x. Octavo, se evalúa en una hoja la nueva cantidad de horas hombre obtenidas a partir de aplicación de la Herramienta SMED.
- xi. Por último, se proyecta y cuantifica en costos lo correspondiente a la cantidad mensual producida posterior a la aplicación de la Herramienta SMED.

3.3. Herramientas estadísticas

Para el procesamiento de datos se aplicará las siguientes herramientas:

- i. Análisis P-Q.
- ii. Proyección de la demanda.

iii. Diagrama de análisis de proceso

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de investigación

3.4.1.1. Observación

Para este trabajo se utiliza la técnica de observación, la cual permite registrar información, regida por indicadores y dimensiones a estudiar.

3.4.2. Instrumento de recolección de datos

3.4.2.1. Ficha de observación

Se inició con la lista de chequeo véase Anexo 2, que permite obtener un panorama general de las condiciones de la empresa, posteriormente se utilizó una hoja de observación titulada “Ficha de observación SMED”, véase Anexo 3 donde se registró los tiempos cronometrados para el proceso de Preparación de moldes o cubos de parrillas para piso.

CAPITULO 4

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO.

En este capítulo se presentarán los datos obtenidos a partir de las Herramientas planteadas en un capítulo anterior para posteriormente esbozar el diagnostico actual de la empresa.

4.1. Análisis y diagnóstico actual

4.1.1. Selección del producto principal de objeto de estudio

En esta sección se determinará el producto principal de la empresa a estudiar a partir de un Análisis P-Q.

A continuación, se detalla los principales productos fabricados:

- i. Parrillas.
- ii. Escalerillas portacables.
- iii. Instalaciones y reparaciones.
- iv. Barandas.
- v. Tuberías y bridas.
- vi. Bateas y canastillos.
- vii. Gabinetes.
- viii. Tapas.
- ix. Guardas.

x. Perfiles.

Los productos detallados son puestos en un cuadro de análisis P-Q donde se plasma la utilidad y utilidad porcentual acumulada, dando como resultado el siguiente gráfico:

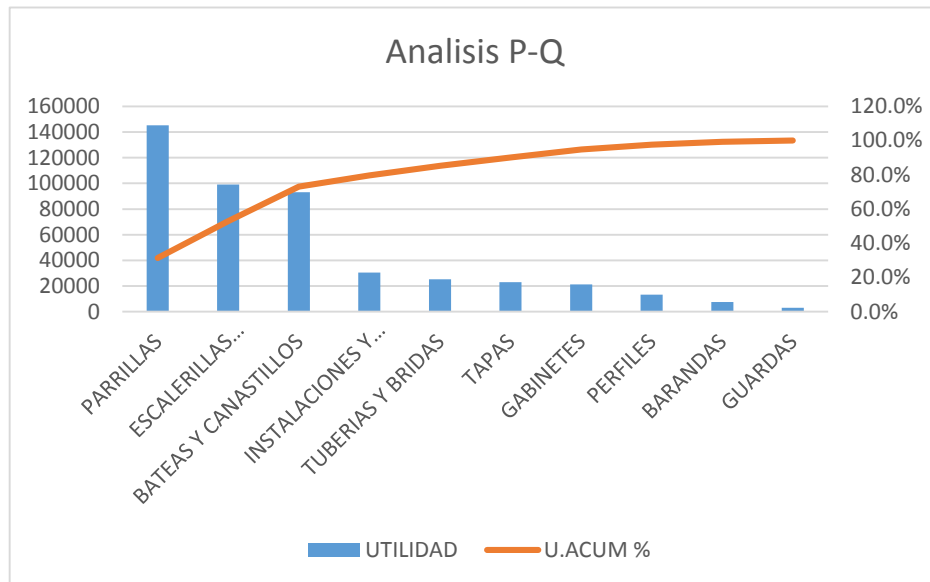


Figura 23 Análisis P-Q

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se puede observar que el producto principal son parrillas seguido de escalerillas portacables, bateas y canastillos, tuberías y bridas, instalaciones, tapas en FRP, gabinetes, perfiles, barandas y guardas. Cabe mencionar que esta herramienta ayuda además de determinar el producto representativo también a poder determinar cuáles serían los siguientes productos en donde sería conveniente invertir mejoras.

4.1.2. Recursos para la fabricación de parrillas

4.1.2.1. Recurso Humano

Con respecto a la mano de obra directa para el proceso de fabricación de productos en FRP se cuenta con planificaciones semanales en donde se detalla el personal Técnico y ayudantes que trabajarán para una orden; cabe mencionar

que la cantidad de personas dependerá de la especialidad del trabajo, dificultad y el tiempo de entrega.

4.1.2.2. Maquinarias, Equipos y herramientas

Para la fabricación de productos en FRP existen varios métodos, la empresa en estudio aplica el método manual y en casos especiales el método Filamente Winding; sin embargo, para la tesis en desarrollo en la cual se determinó como producto principal las parrillas para piso donde se considera que para esta fabricación las únicas herramientas necesarias son esmeriles utilizados para dar acabados.

4.1.2.3. Distribución de planta

La empresa a estudiar presenta las siguientes áreas:

- i. Oficinas administrativas
- ii. Oficinas de producción
- iii. Área de producción
- iv. Almacén de herramientas, componentes químicos, fibra de vidrio, moldes y almacén de producto final.
- v. Comedor
- vi. Vestidores

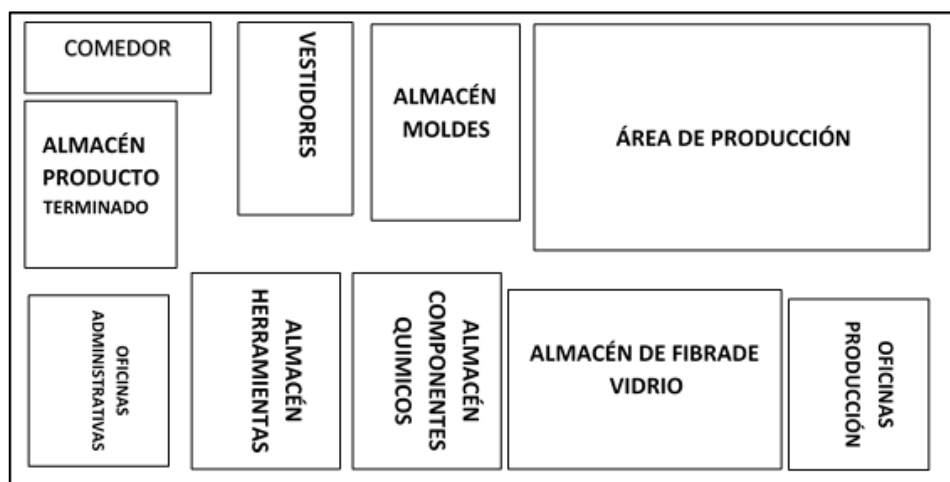


Figura 24 Áreas de la empresa

Fuente: Elaboración propia

En la Figura anterior se pueden observar las áreas que presenta la empresa en estudio; según lo conversado con jefes que tienen una trayectoria amplia en la empresa, la delimitación y espacio de las áreas se han venido dando por disponibilidad y acondicionamiento del área y no se ha regido a alguna metodología de distribución que de un resultado óptimo.

4.1.2.4. Descripción actual del proceso de fabricación

La descripción del proceso se detallará a partir de un diagrama de análisis del proceso. Donde a continuación se muestra un DAP de operario, considerando horas hombre del grupo de técnicos (4 técnicos). Véase en Anexo 7 DAP detallado.

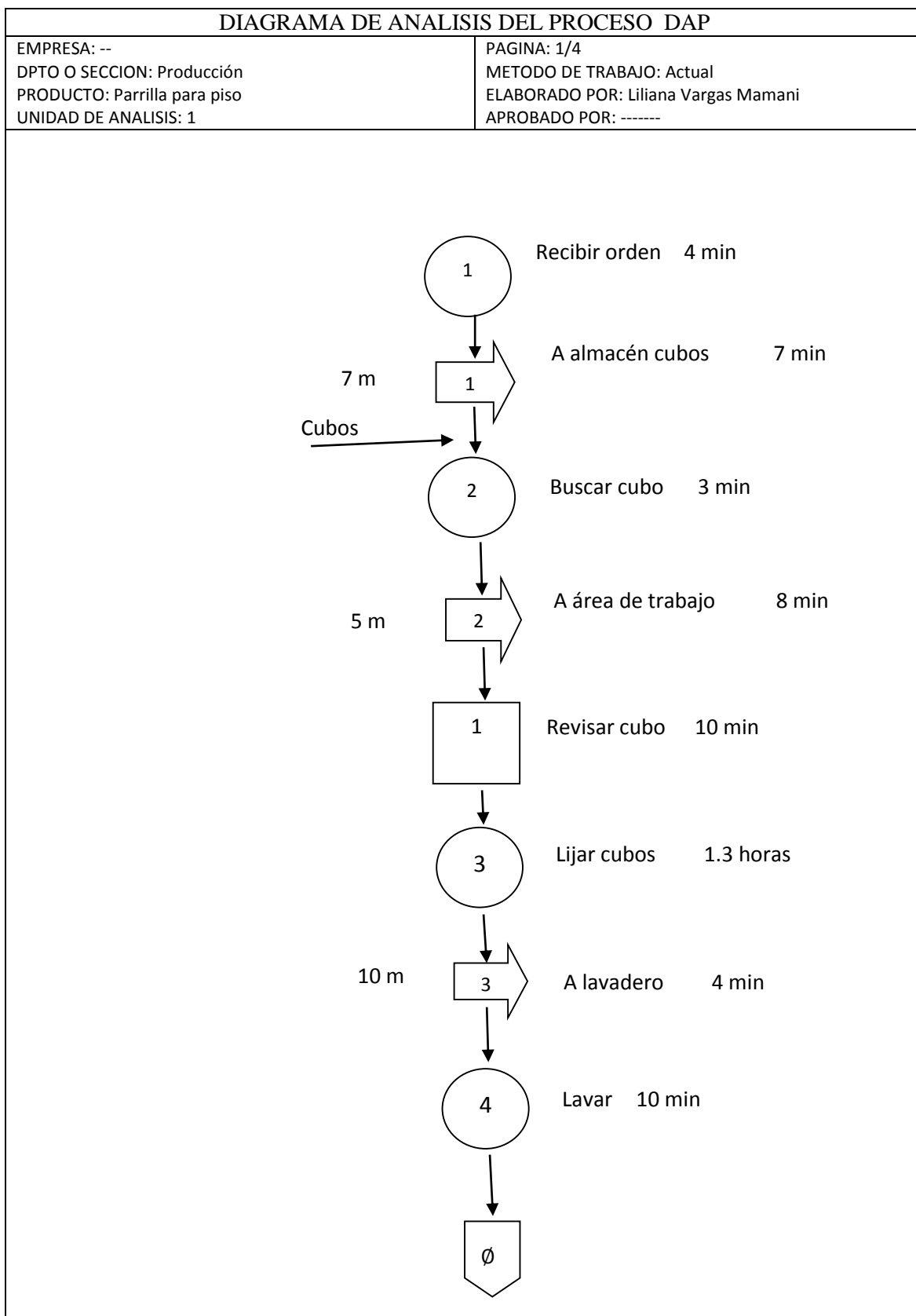


Figura 25 Diagrama de análisis del proceso

Fuente: Elaboración propia

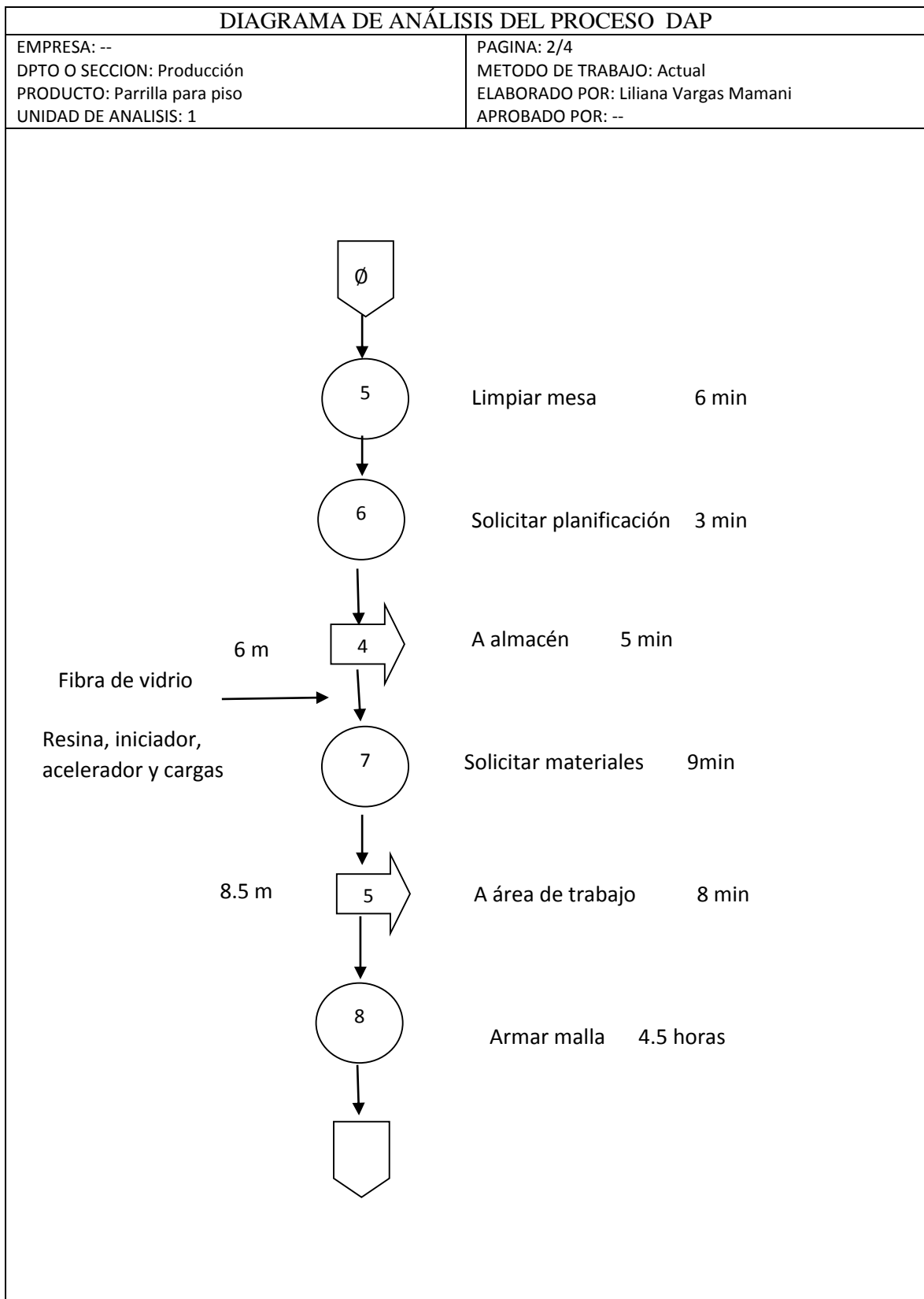


Figura 26 Diagrama de análisis del proceso Hoja 2

Fuente: Elaboración propia

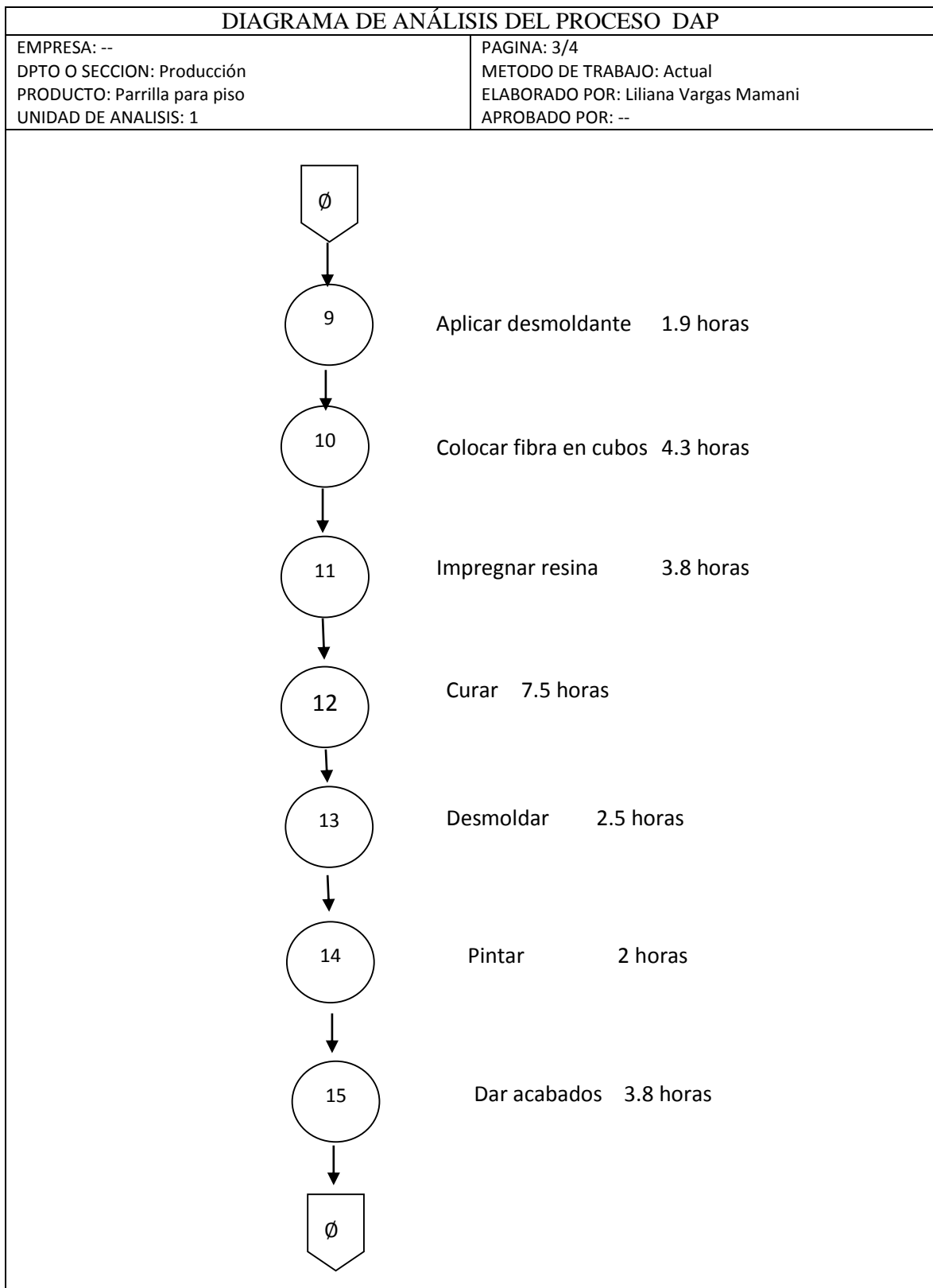


Figura 27 Diagrama de análisis del proceso Hoja 3

Fuente: Elaboración propia

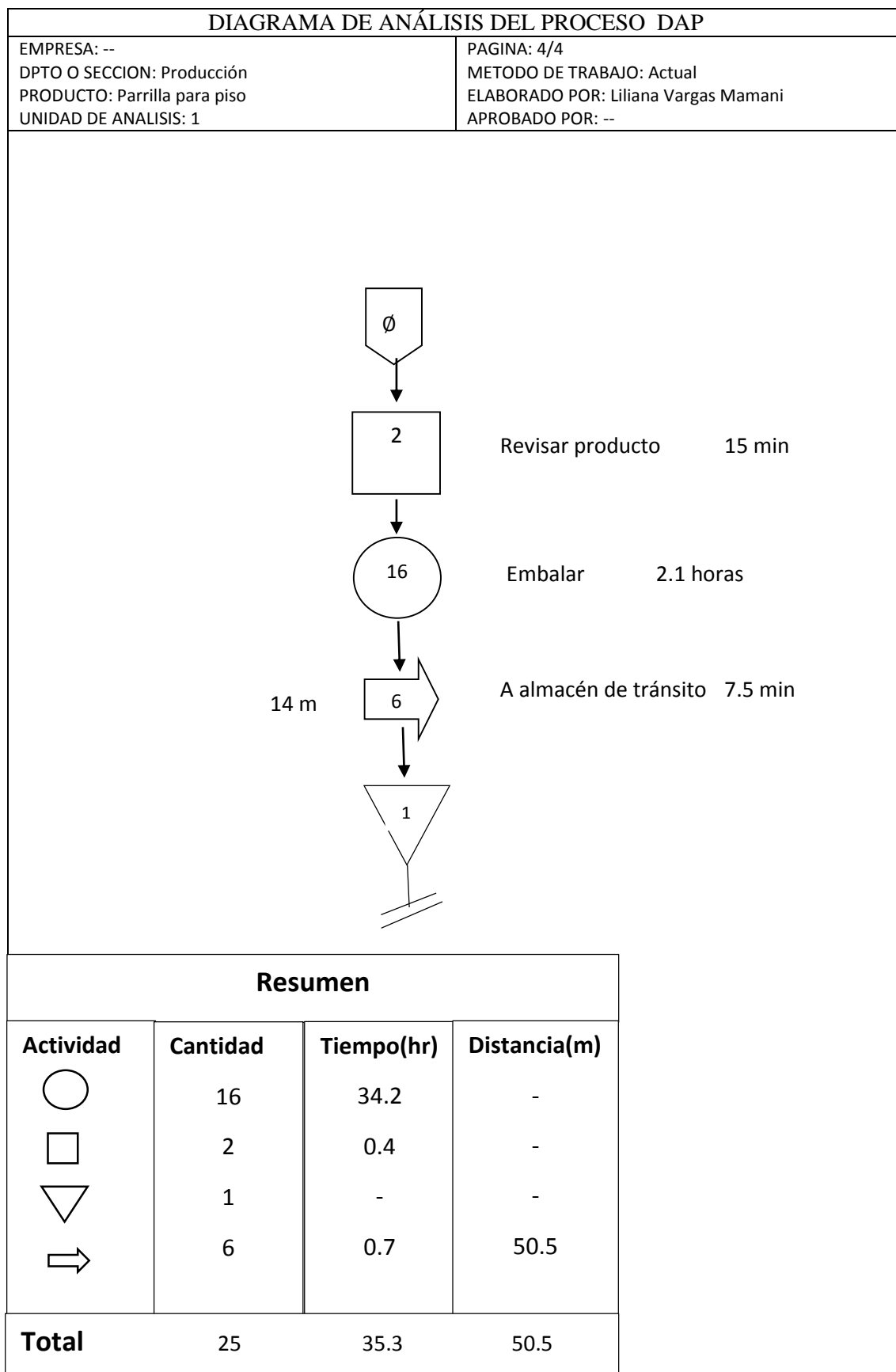


Figura 28 Diagrama de Análisis del Proceso Hoja 4

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Diagnóstico de la situación actual

La empresa en estudio, actualmente continúa utilizando el método Manual como en sus inicios para la fabricación de sus productos en general; con respecto a sus métodos de trabajo se han seguido dando de la misma forma acoplándose a la delimitación y distribución de áreas iniciales, las áreas no se rigen a un tipo de distribución.

La producción se da de acuerdo a órdenes de trabajo, se fabrica variedad de productos a solicitud de clientes en algunos casos son productos nuevos y se tiene que buscar un molde y matriz inicial, en otros casos se tiene ya productos que son solicitados con frecuencia, como también esto es corroborado en el Análisis P-Q, se tiene conocimiento que este producto representativo son las parrillas para piso, sin embargo no se ha comenzado por mejorar el método de trabajo para este principal producto.

Por lo mencionado anteriormente, se han venido dando críticas de clientes con respecto a la mejora en los tiempos de entrega, puesto que como se comentó en inició los principales clientes son mineras, y requieren productos en un tiempo corto. Esta falta de mejora en el método de trabajo y la falta de propuestas está llevando a los clientes a apostar por proveedores nuevos trayendo consigo menores porcentajes de utilidad, trabajos más pesados, recorridos largos y poco espacio para el tránsito de personal y de productos.

CAPITULO 5

DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Con el análisis del capítulo anterior se concluyó que no existe una mejora en los métodos de trabajo, no hay una distribución definida y se tienen largos tramos de transporte entre áreas relacionadas, es por este motivo que se pretende aplicar una de las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing como es SMED, ya que permitirá suprimir y/o minimizar despilfarro de tiempos que no agregan valor al producto en la etapa de preparación. En este presente capítulo se plantea la propuesta Aplicando la herramienta SMED siguiendo la metodología revisada en textos.

5.1. Propuesta SMED

Para la presente propuesta, se realizó la descripción del proceso de fabricación del producto a estudiar como son las parrillas para piso, se dirigió el estudio a los tiempos de preparación, se realizó una lista de chequeo, posteriormente se utilizó una ficha de observación para el registro de las actividades en el proceso de preparación y finalmente se realizó una comparación de tiempos.

5.1.1. Alcance

La aplicación del método se delimita en las actividades de preparación que en este caso es la preparación de moldes o cubos. Sin embargo, a futuro también puede ser utilizada para otras áreas y de esta manera minimizar más tiempos no

productivos que se encuentran más allá de lo delimitado y maximizar los tiempos y costos en mano de obra.

5.1.2. Objetivo general

Aplicar la Herramienta SMED en el proceso de preparación de moldes o cubos para parrillas para piso.

5.1.3. Aplicación de la Herramienta SMED

De acuerdo a la revisión bibliográfica se procedió a seguir cada una de las etapas que sigue la metodología SMED, en el diagrama siguiente se puede observar la secuencia que seguirá el desarrollo de la propuesta. Cabe mencionar que la etapa de estandarización se llevaría a cabo en una etapa posterior de implementación.

Tabla 3 Procedimiento SMED

Procedimiento Propuesta SMED		
Etapas	Concepto	Desarrollo
FASE 1: Preparación e identificación	Etapa en la que se describe el área de estudio, se identifica el método actual y se registra los tiempos actuales.	❖ Se realiza una descripción del proceso de preparación de moldes
		❖ Se realiza el registro o cronometraje de tiempos del proceso de preparación de moldes
FASE 2: Separación	Etapa en la que se diferencian actividades internas de externas.	❖ Se realiza la clasificación de actividades internas y externas que se encuentren en el proceso de preparación de moldes
FASE 3: Conversión	Etapa en la que se definen nuevos métodos de trabajo que permitan realizar el proceso en menor tiempo.	❖ Se plantean mejoras que permitan desarrollar el proceso en menor tiempo.
		❖ Se registra nuevamente los tiempos considerando las propuestas planteadas.
FASE 4: Estandarización	Etapa donde se valida el nuevo método y se comienza con la implementación.	❖ La etapa de estandarización no se lleva a cabo en la presente tesis ya que es una propuesta.

Fuente: Elaboración Propia

5.1.4. Etapa de preparación

Esta es una etapa inicial como se indica en la figura 27, la cual comienza con una lista de chequeo para poder tener un panorama general de cómo se llevan a cabo las operaciones en la empresa a estudiar, el tipo de distribución que actualmente tiene y el tipo de preparación que se tiene para el inicio de la fabricación de los productos de plástico reforzados en fibra de vidrio. Los ítems evaluados son los considerados en la sugerencia del sitio Web Progressa Lean [38] A continuación, la lista de chequeo:

Tabla 4 Lista de chequeo

LISTA DE CHEQUEO			
Encargado:	Liliana Vargas Mamani		
Fecha:	18/11/2018		
ITEMS A OBSERVAR	SI	NO	P/E
1.-			
¿Se necesitan preparaciones manuales?	X		
2.-			
¿Se necesita preparar maquinas			X
3.-			
Las herramientas y otros elementos necesitan ser transportadas.	X		
4.-			
La distribución actual se acomoda a un tipo de distribución		X	
5.-			
Las herramientas y elementos se encuentran en buenas condiciones		x	
OBSERVACIONES			
Los datos observados se encuentran limitados a la produccion de parrillas para piso FRP (Plástico reforzado en Fibra de vidrio).			
NOTA: P/E = PRODUCTOS ESPECIFICOS			

Fuente: Elaboración propia

De la anterior lista de chequeo se deduce que el proceso es netamente manual y que en casos especiales es necesario el uso de herramientas.

A continuación, se plantea un panorama general a partir de un diagrama de bloques en donde se detalla el flujograma del proceso, resaltando el proceso donde se aplicará la metodología SMED, siendo la preparación de cubos por tratarse de parrillas para piso y para otro tipo de productos como tubos, caseta, escalerillas, etc. si se le conoce como preparación de moldes.

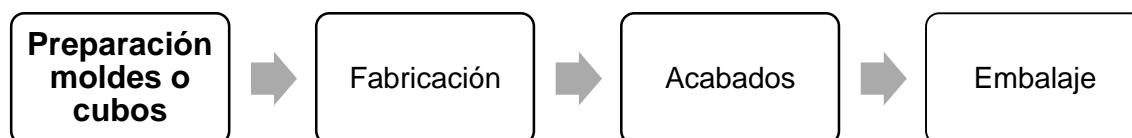


Figura 29 Flujo del proceso de fabricación de parrillas para piso

Fuente: Elaboración propia

Con el detalle anterior y lo revisado en la Revista Administración y Finanzas donde es necesario registrar las actividades involucradas durante la etapa de preparación [39], se describe el desarrollo de las tareas realizada por el grupo a cargo (técnico y ayudantes) para el proceso de Preparación de molde o cubos.

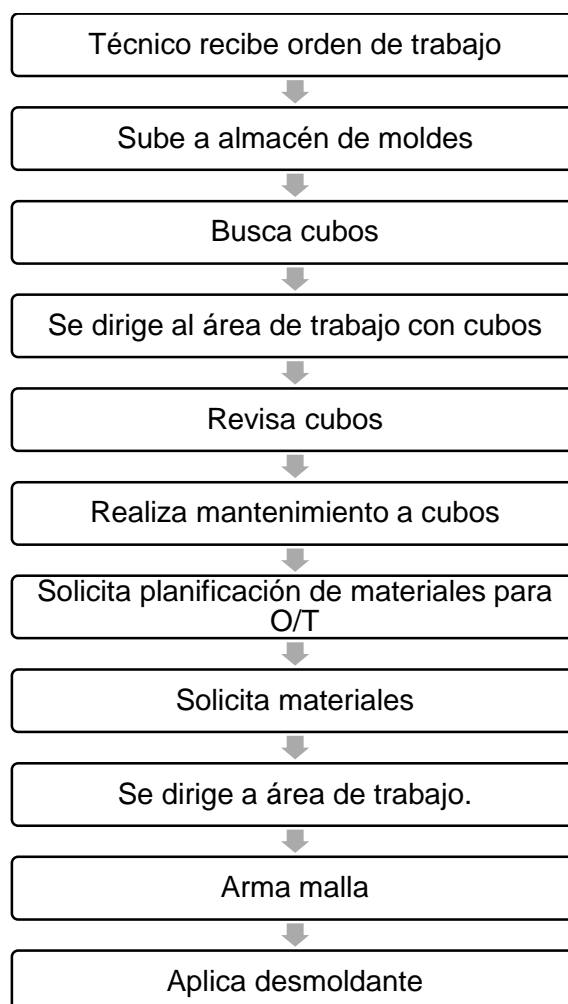


Figura 30 Diagrama de bloques del Proceso de Preparación de moldes o cubos

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la “Ficha de Observación” que es el instrumento definido para la obtención de datos. Como indica la metodología se debe realizar el registro de tiempos de cada una de las actividades que conforman el proceso de preparación de moldes o cubos. Véase Anexo 3 que detalla el procedimiento de la obtención de datos que se plasman en la siguiente tabla.

Tabla 5 Tiempos Preparación de moldes cubos

FICHA DE OBSERVACIÓN SMED		
NOMBRE DE OBSERVADOR: Liliana Vargas Mamani		
FECHA: 18/11/2018		
PROCESO: Preparación de moldes o cubos		
OBSERVAR		
Nº	OPERACIONES	HH
1	Recibir O/T .	00:16:00
2	Subir a almacén de moldes.	00:28:00
3	Buscar cubos de acuerdo a malla.	00:12:00
4	Bajar balde de cubos a área de trabajo.	00:32:00
5	Revisar cubos.	00:40:00
6	Lijar cubos.	01:20:00
7	Dirigirse a lavadero.	00:20:00
8	Lavar cubos.	00:40:00
9	Limpiar Mesa	00:24:00
10	Solicitar Planificación de materiales.	00:12:00
11	Dirigirse a almacén de materiales	00:20:00
12	Solicitar materiales	00:36:00
13	Dirigirse a área de trabajo	00:32:00
14	Armar malla	17:51:07
15	Aplicar desmoldante	07:37:00
	TOTAL	
OBSERVACIONES		
HH = horas hombre.		
Horas hombre utilizada en la preparación de moldes o cubos para una orden de trabajo de 19.35 m2.		

Fuente: Elaboración Propia

5.1.5. Etapa de Separación

En esta etapa se disgrega las operaciones del proceso de preparación de moldes o cubos, también se observa la separación de actividades internas, externas y las que no agregan valor; como se sabe las internas son las que se realizan cuando el proceso de fabricación está parado y las externas cuando el proceso está en marcha. Cabe mencionar que en el siguiente cuadro se plasma los tiempos registrados durante el levantamiento de información del proceso de preparación.

Tabla 6 Ficha de observación SMED - Fase Separación

FICHA DE OBSERVACIÓN SMED					
NOMBRE DE OBSERVADOR: Liliana Vargas Mamani					
FECHA: 18/11/2018					
PROCESO: Preparación de moldes o cubos					
OBSERVAR			SEPARACIÓN		
Nº	OPERACIONES	HH	INTERNO	EXTERNO	ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR
1	Recibir O/T .	00:16:00	X		
2	Subir a almacén de moldes.	00:28:00			X
3	Buscar cubos de acuerdo a malla.	00:12:00			X
4	Bajar balde de cubos a área de trabajo.	00:32:00	X		X
5	Revisar cubos.	00:40:00	X		
6	Lijar cubos.	01:20:00	X		
7	Dirigirse a lavadero.	00:20:00			X
8	Lavar cubos.	00:40:00	X		
9	Limpiar Mesa	00:24:00	X		
10	Solicitar Planificación de materiales.	00:12:00	X		
11	Dirigirse a almacén de materiales.	00:20:00			X
12	Solicitar materiales	00:36:00	X		
13	Dirigirse a área de trabajo	00:32:00			X
14	Armar malla	17:51:07	X		
15	Aplicar desmoldante	07:37:00	X		
	TOTAL				

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior podemos observar que todas las actividades son internas puesto que ninguna se realiza durante el proceso de fabricación, todas las actividades deben ser realizadas en la preparación, ya que durante el proceso no se debe tener paros porque se trabaja con materia prima que al detener el proceso se considera un desperdicio. Se recalcar que los tiempos anteriores son los registrados en el levantamiento de datos durante.

5.1.6.Fase de Conversión

Tabla 7 Ficha de observación SMED - Fase de conversión

FICHA DE OBSERVACIÓN SMED							
NOMBRE DE OBSERVADOR: Liliana Vargas Mamani							
FECHA: 18/11/2018							
PROCESO: Preparación de moldes o cubos							
OBSERVAR		ANTES			DESPUES		
Nº	OPERACIONES	INTERNO	EXTERNO	ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR	INTERNO	ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR	MEJORAS PROPUESTAS
1	Recibir O/T .	X			X		Ubicar orden de trabajo al alcance del trabajador
2	Subir a almacén de moldes.	X		X			Utilizar el método SLP redistribuir áreas
3	Buscar cubos de acuerdo a malla.	X		X			Reorganizar cubos en andamios
4	Bajar balde de cubos a área de trabajo.	X		X			Utilizar el método SLP redistribuir áreas
5	Revisar cubos.	X					
6	Lijar cubos.	X					
7	Dirigirse a lavadero.	X		X			Plantear la instalación de una llave de agua y lavadero en el área de producción
8	Lavar cubos.	X					
9	Limpiar Mesa	X					
10	Solicitar Planificación de materiales.	X		X	X		Ubicar hoja de planificación al alcance del encargado de grupo.
11	Dirigirse a almacén materiales.	X		X			Utilizar el método SLP redistribuir áreas
12	Solicitar materiales	X					
13	Dirigirse a área de trabajo	X		X			Utilizar el método SLP redistribuir áreas
14	Armar malla	X			X		Utilizar plantilla para ubicar cubos
15	Aplicar desmoldante	X					

Fuente: Elaboración propia

En esta fase de conversión se trata de eliminar o reducir todas aquellas actividades que se hayan identificado en el cuadro anterior como actividades internas y actividades que no agregan valor, en la tabla se puede observar que se plantean propuestas para hacer posible esta disminución de horas hombre en el proceso de preparación.

5.1.7.Desarrollo de propuestas de mejora SMED

Se considera lo revisado en la Revista Administración y Finanzas donde una de las etapas es el planteamiento de propuestas de procedimientos ideales para realizar la secuencia en menor tiempo. A continuación, se encuentran las propuestas planteadas que son el sustento de los tiempos después.

i. Propuesta de mejora para operaciones N° 2, 4, 11,13 “Redistribución de áreas aplicando SLP (Systematic Layout Planning)”

Como propuesta de mejora para la minimización de actividades que no agregan valor (operaciones 2, 4, 11 y 13), se consideró aplicar el método SLP, por la necesidad de mejorar el ordenamiento de las áreas dentro de la empresa y eliminar aquellos tiempos que dependen de la fluidez y eficacia de recorrido de materiales información y personal.

Para poder aplicar el SLP es necesario poder seguir la secuencia de pasos indicada en los textos revisados. Para el desarrollo de la propuesta de redistribución se siguió los siguientes pasos y el desarrollo se dispuso en la sección anexos:

1. Primero se desarrolla la gráfica de relaciones como se indica en el Anexo 8.

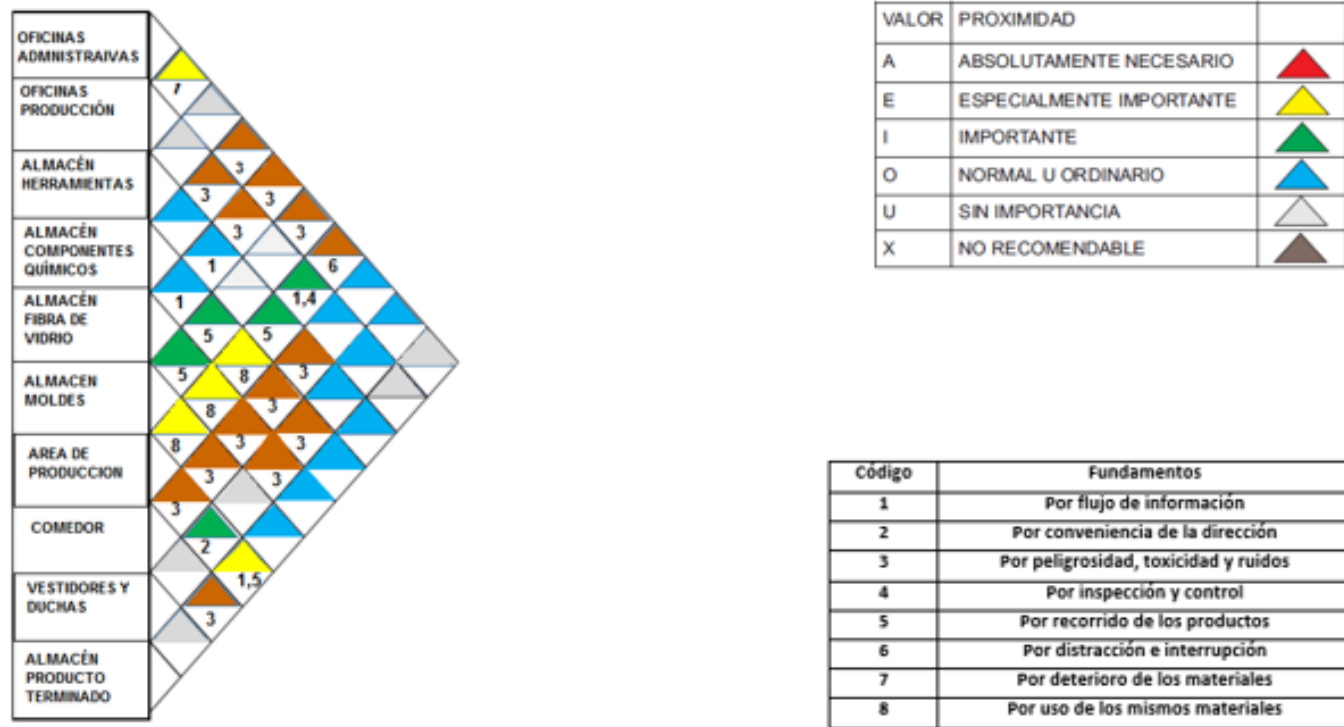


Figura 31 Gráfica de relaciones de áreas de la empresa

Fuente. Elaboración propia

2. Seguido se identifica las áreas y se representó con los símbolos

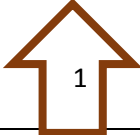

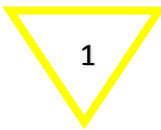
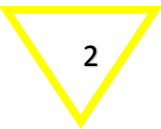
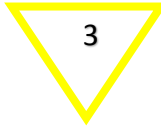
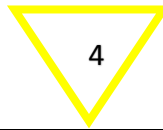



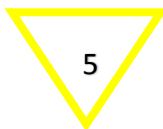
Área	símbolo
Oficinas administrativas	
Oficinas producción	
Almacén herramientas	
Almacén componentes químicos	
Almacén de fibra de vidrio	
Almacén de moldes	
Área de producción	
Comedor	
Vestidores	
Almacén producto terminado	

Figura 32 Atribución de símbolo para cada área

Fuente: Elaboración propia

3. Posterior a la representación se procede a realizar el diagrama de relaciones actual

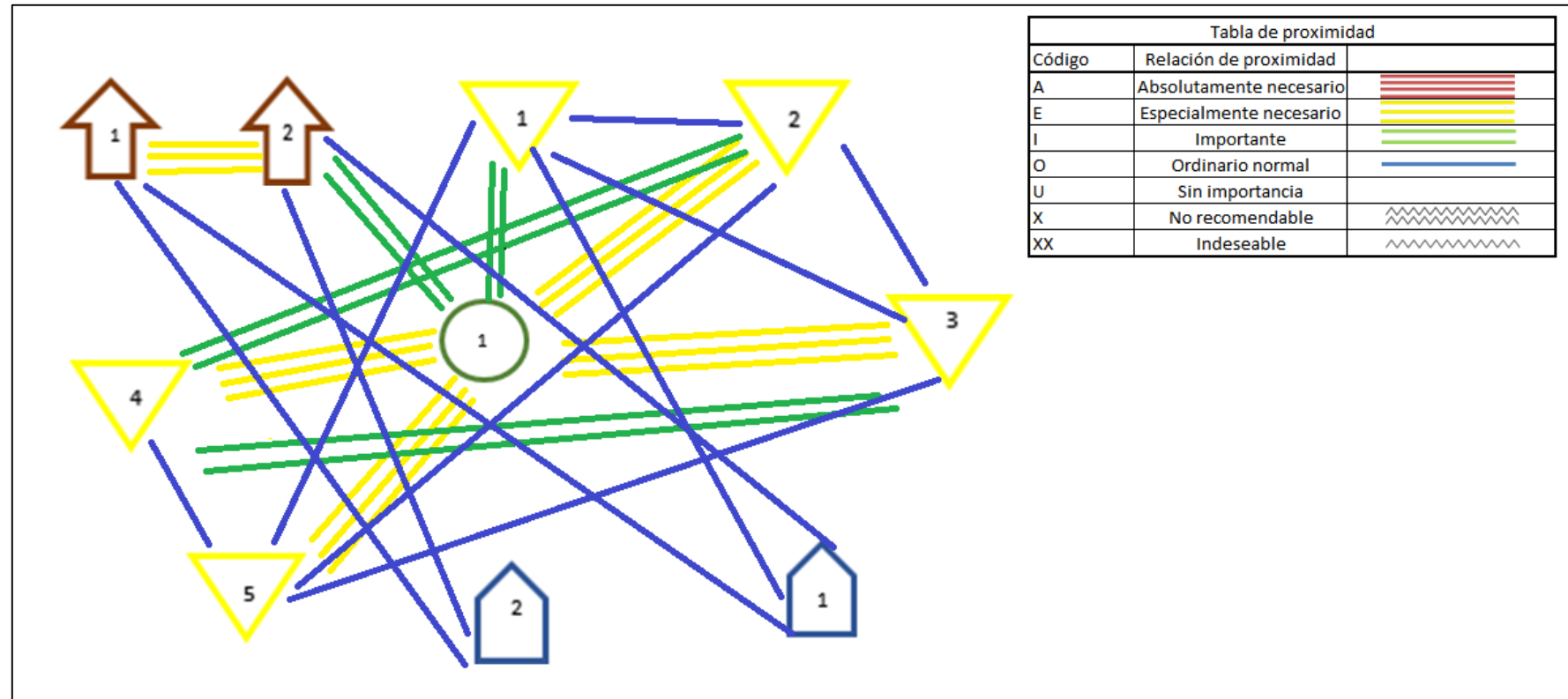


Figura 33 Diagrama de relaciones Actual

Fuente: Elaboración propia

4. Como paso siguiente se procede a plantear propuestas

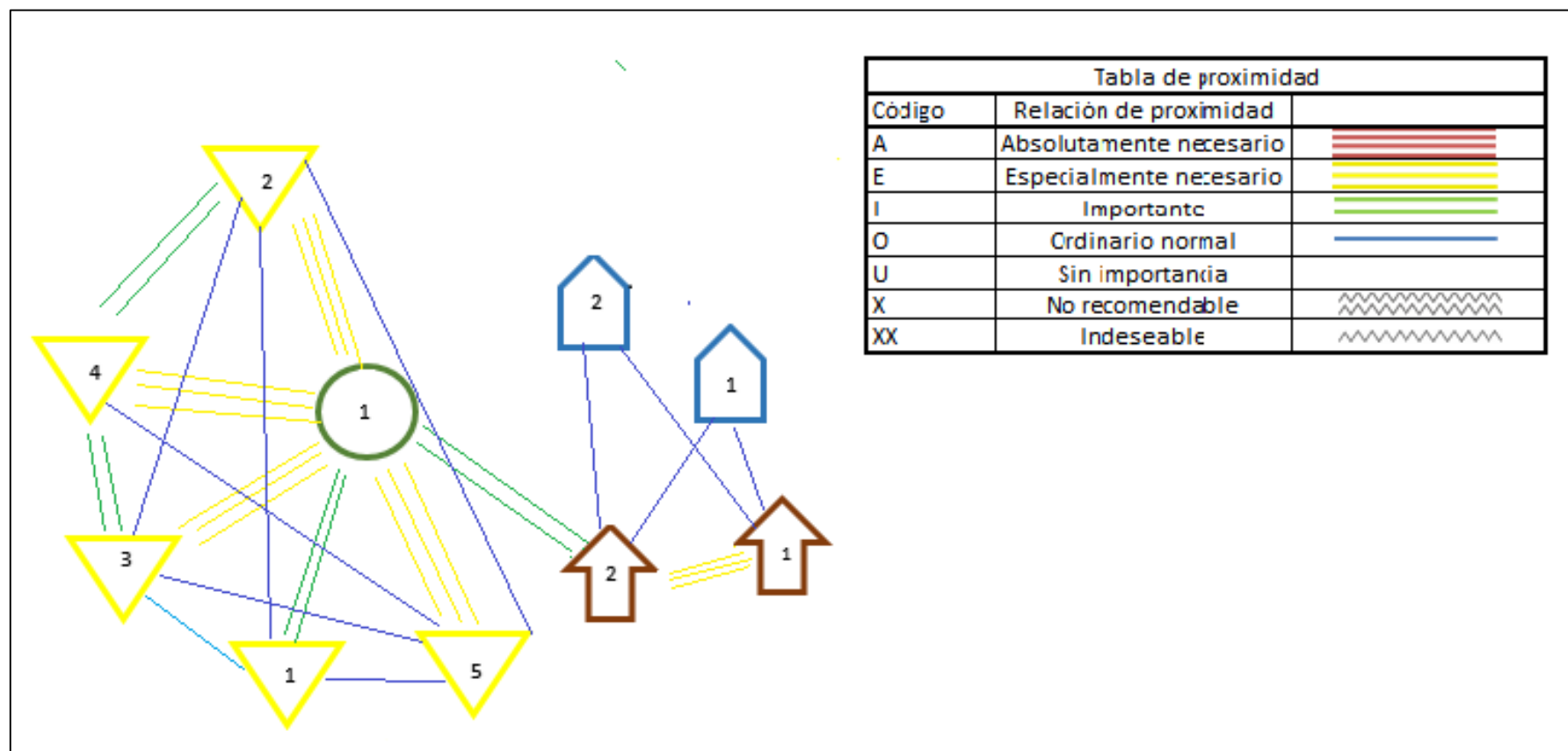


Figura 34 Diagrama de relaciones propuesto - Alternativa 1

Fuente: Elaboración propia

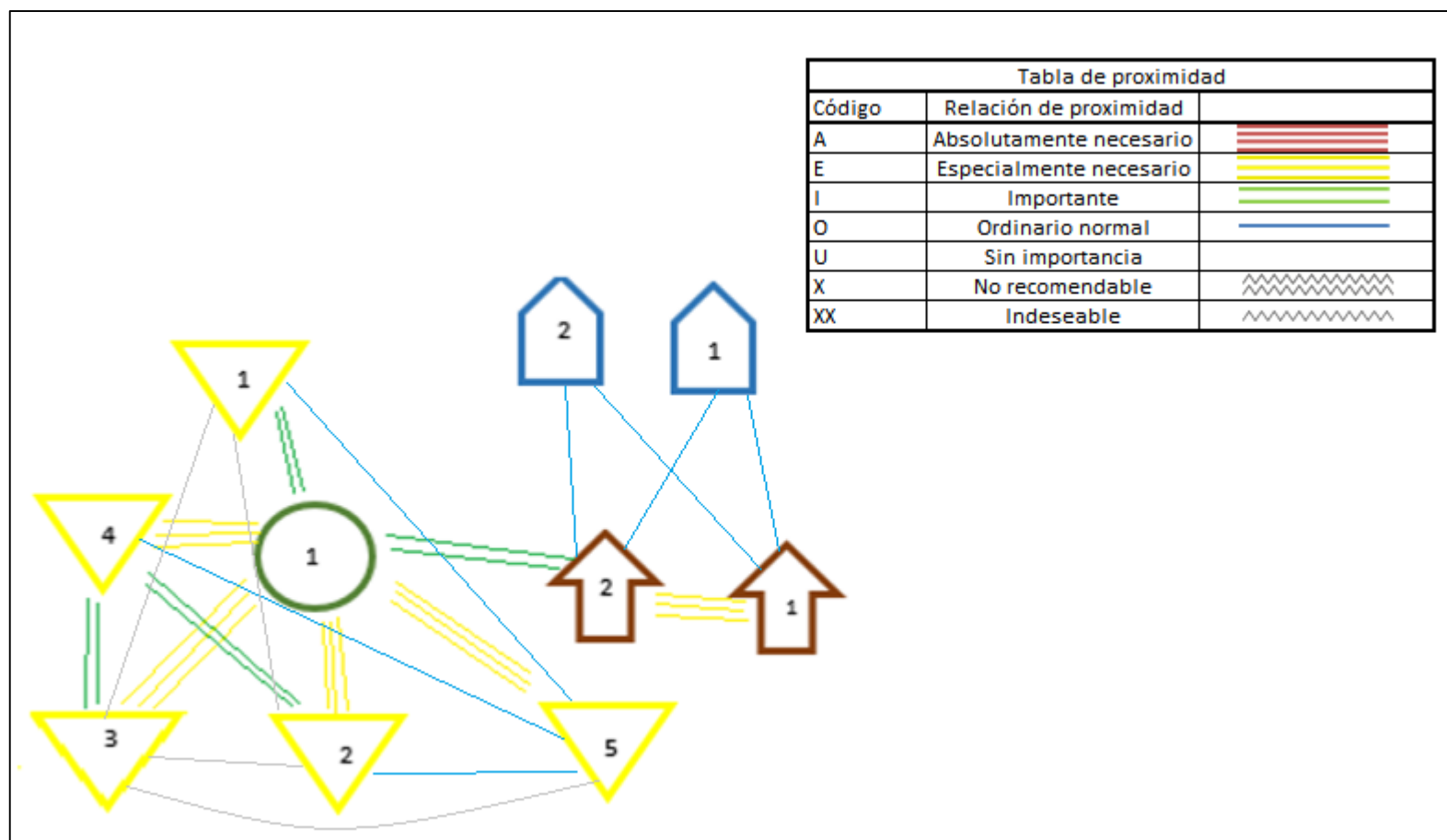


Figura 35 Diagrama de relaciones propuesto – Alternativa 2

Fuente: Elaboración propia

5. Para poder determinar la propuesta adecuada se plantea factores determinantes para un mejor desenvolvimiento del proceso

Tabla 8 Factores de Evaluación

Factores	Peso
Eficacia del recorrido de materiales	4
Facilidad de control y supervisión	4
Amplia zona de traslado	3
Fluidez de traslado de área	2
Comunicación en los procesos	3

Fuente: Elaboración propia

6. Se plantea también una ponderación la cual ayuda a cuantificar las propuestas.

Tabla 9 Escala de Evaluación

Significado	Peso
Casi perfecto	4
Especialmente bueno	3
Buenos resultados obtenidos	2
Resultados ordinarios	1
Resultados sin importancia	0

Fuente: Elaboración propia

7. Finalmente, en un cuadro (Véase Anexo 15) se plantea las dos propuestas y se elige la mejor, en este caso se determina que la alternativa 2 es la más adecuada ya que proporciona mayor fluidez tanto de información como de personal, eliminación de transportes innecesarios, y eliminar los recorridos repetitivos

Tabla 10 Evaluación de Alternativas

			Alternativa 1		Alternativa 2	
	Factores	Peso	Calificación	Sub total	Calificación	Sub total
	Eficacia del recorrido de materiales	4	3	12	4	16
	Facilidad de control y supervisión	4	4	16	4	16
	Amplia zona de traslado	3	3	9	3	9
	Fluidez de traslado de área	2	4	8	4	8
	Comunicación en los procesos	3	2	6	3	9
				51		58

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se visualiza la distribución actual y la alternativa propuesta considerada mejor.

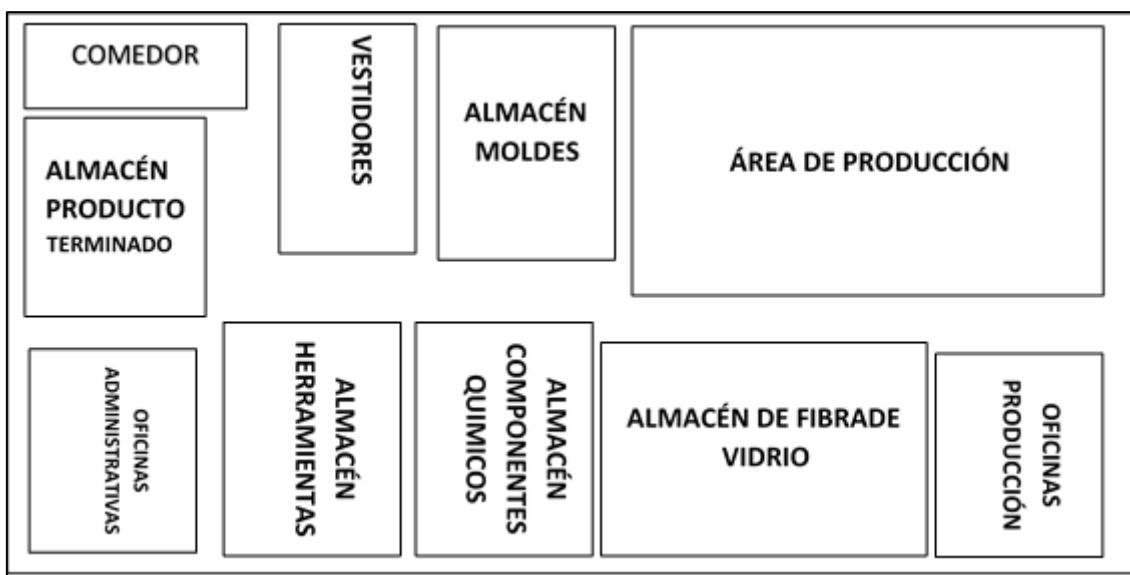


Figura 36 Distribución actual de áreas

Fuente: Elaboración propia

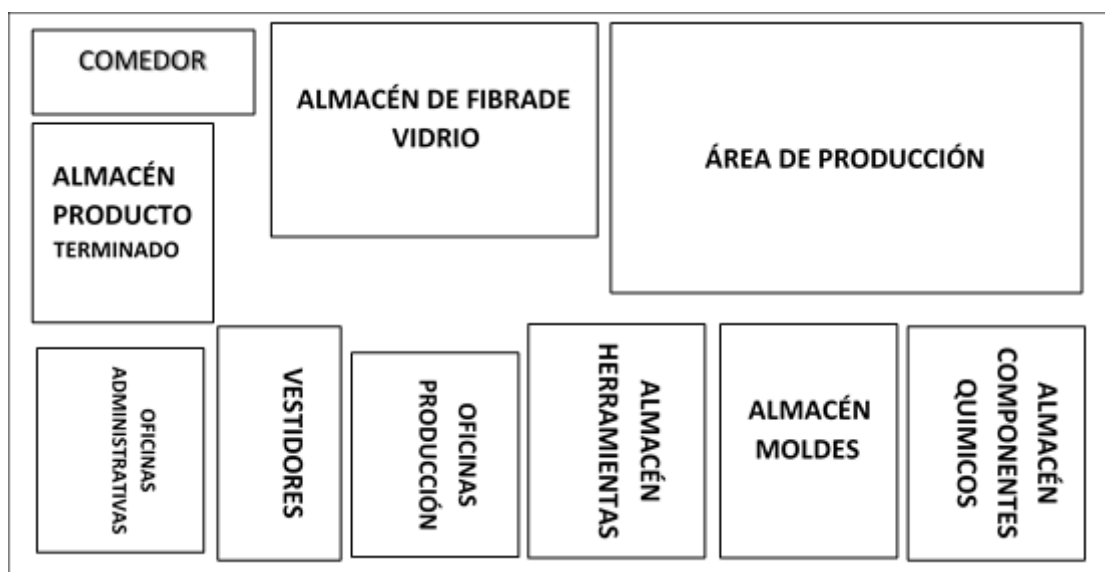


Figura 37 Propuesta de distribución de áreas

Fuente: Elaboración propia

ii. Propuesta de mejora para operación N° 1 “Ubicar orden de trabajo al alcance del encargado”

Actualmente la orden de trabajo es solicitada por el jefe de área al departamento comercial y posteriormente el encargado de la orden debe ir a solicitarla y dirigirse a oficinas de producción lo cual ocasiona que el encargado deba ir y recoger la orden de trabajo. Se plantea que el jefe de área podría dejar en un lugar que este más al alcance del técnico encargado tomándose como referencia la mesa de tareos que se encuentra ubicada a la entrada del área de producción.



Figura 38 Propuesta de reubicación de orden de trabajo

Fuente: Elaboración propia

iii. Propuesta de mejora para operación N° 3 “Reorganizar en andamios cubos”

Actualmente los baldes de cubos que se utilizan para la fabricación de parrillas y se encuentran clasificados según la malla donde tan solo se tiene el nombre en la parte central del balde. Se plantea la adquisición o fabricación de un andamio para poder clasificar y de esta manera identificar fácilmente y minimizar el tiempo de búsqueda de baldes de cubos.



Figura 39 Propuesta de clasificación de cubos

Fuente: Elaboración propia

iv. Propuesta de mejora para operación N° 7 “Instalación de una llave de agua y lavadero en el área de producción”.

Actualmente los lavaderos que se utilizan para poder lavar los cubos ya lijados se encuentran a una distancia cercana a los vestidores y el comedor,

para lo cual se plantea como alternativa la instalación de una llave agua dentro del área de producción.

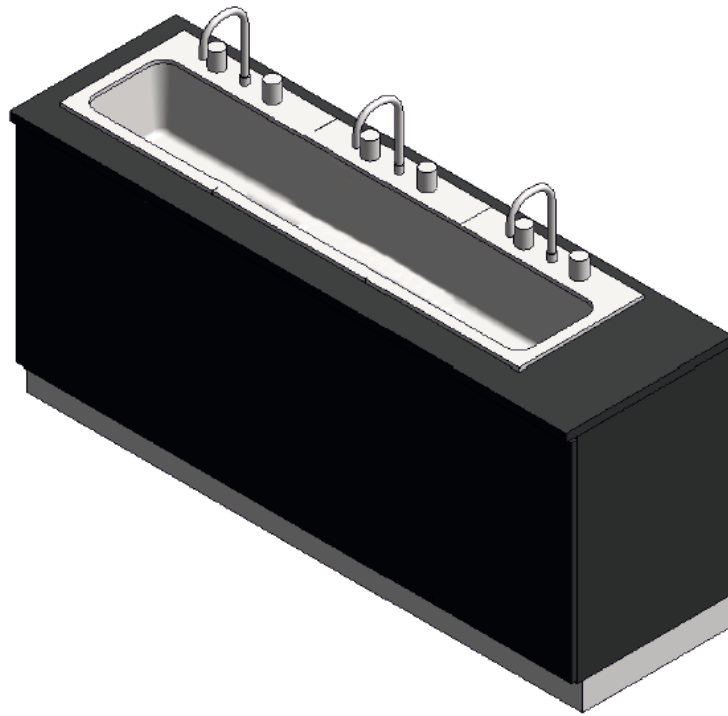


Figura 40 Propuesta de implementación de grifo de agua en el área de producción

Fuente: Elaboración propia

v. Propuesta de mejora para operación N° 10 Ubicar hoja de planificación en mesa de tareas al alcance del encargado de grupo

Actualmente el proceso de solicitud de planificaciones sigue la misma secuencia que el de orden de trabajo, por lo cual se ha planteado considerar ubicar la hoja de planificaciones al costado de la orden de trabajo.



Figura 41 Propuesta de reubicación de hoja de planificación

Fuente: Elaboración Propia

vi. Propuesta de mejora para operación N° 14 “Utilizar plantilla para ubicar cubos”

Actualmente para poder armar la malla y colocar los cubos los técnicos deben colocar ciertas varillas y comenzarlas a formar en forma de malla y posteriormente comienzan a pegar los cubos en los espacio abiertos para proseguir con la aplicación de desmoldante. Se plantea utilizar una plantilla impresa para cada tipo de malla de tal manera evitar el uso de las varillas y solo limitarse al pegado de cubos, esta plantilla colocaría en la parte inferior de la mesa para evitar deterioro en ella.

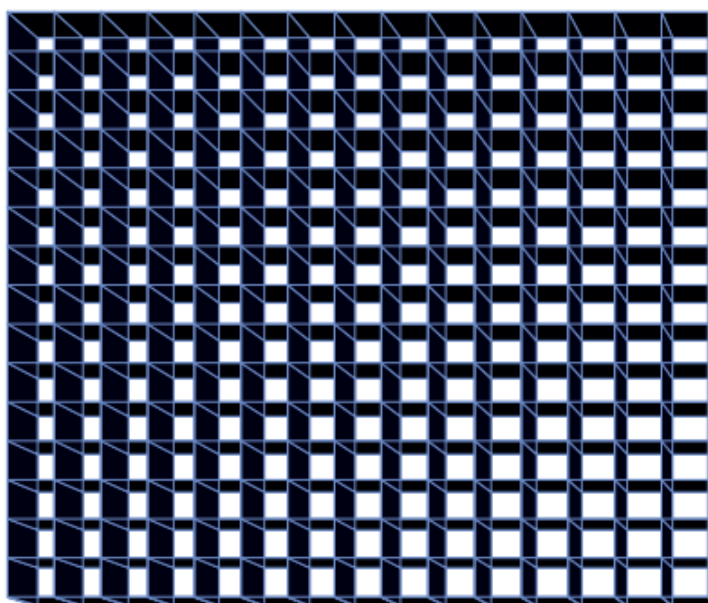


Figura 42 Propuesta de plantilla para la ubicación de cubos

Fuente: Elaboración propia

5.1.8. Tiempos de actividades del Método de trabajo Propuesto

El nuevo método de trabajo se inicia con la obtención de la orden de trabajo la cual ya estará disponible en la mesa de tareas de producción y así evitar el recorrido hacia las oficinas de producción; seguido la persona se dirige a almacén de moldes donde se acorta el tiempo de búsqueda ya que se hará una organización de acuerdo a tipos de malla; posteriormente se dirigirá al área de trabajo para comenzar el mantenimiento donde se comienzan a desechar restos de otras ordenes, para finalizar con este proceso de mantenimiento se realiza un lavado de cubos, donde según lo planteado se tendría grifos de agua dentro del área de producción para el lavado final; terminado este mantenimiento el encargado debe ir a recoger la hoja de planificación en la misma mesa de tareas de producción y evitar el recorrido hacia oficinas de producción, y de este modo solicitar materiales en almacén de materiales para así dirigirse con estos al área de trabajo; los encargados no tendrán que armar la malla con varillas como se

realizaba inicialmente, ya que en este caso se colocará una plantilla de acuerdo a la malla, para poder situar en los agujeros los cubos y facilitar el armado.

A continuación, se muestra el Layout actual y el propuesto, el cual es resultado del SLP y de las mejoras planteadas.

.

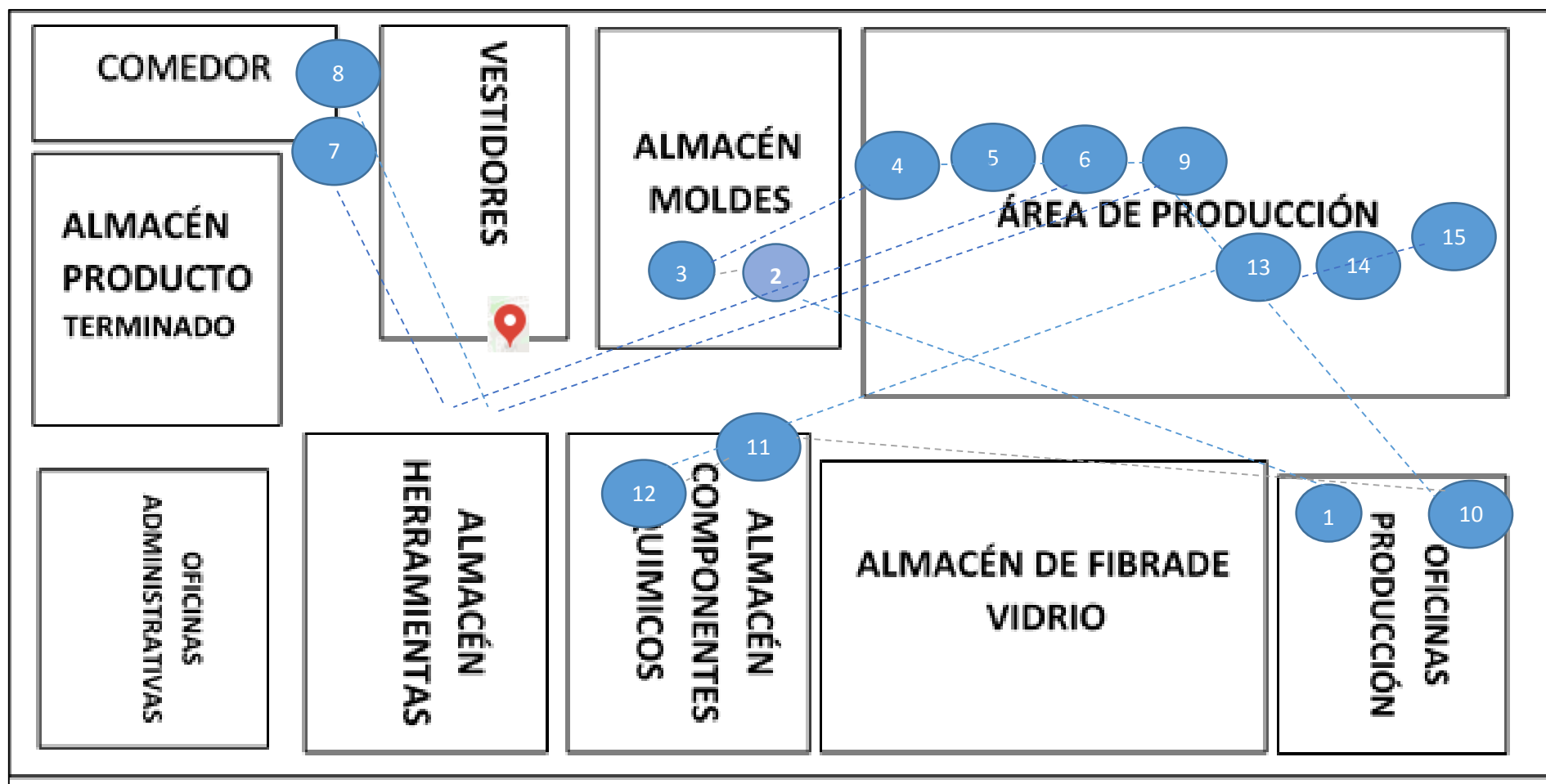


Figura 43 Layout Actual

Fuente: Elaboración propia

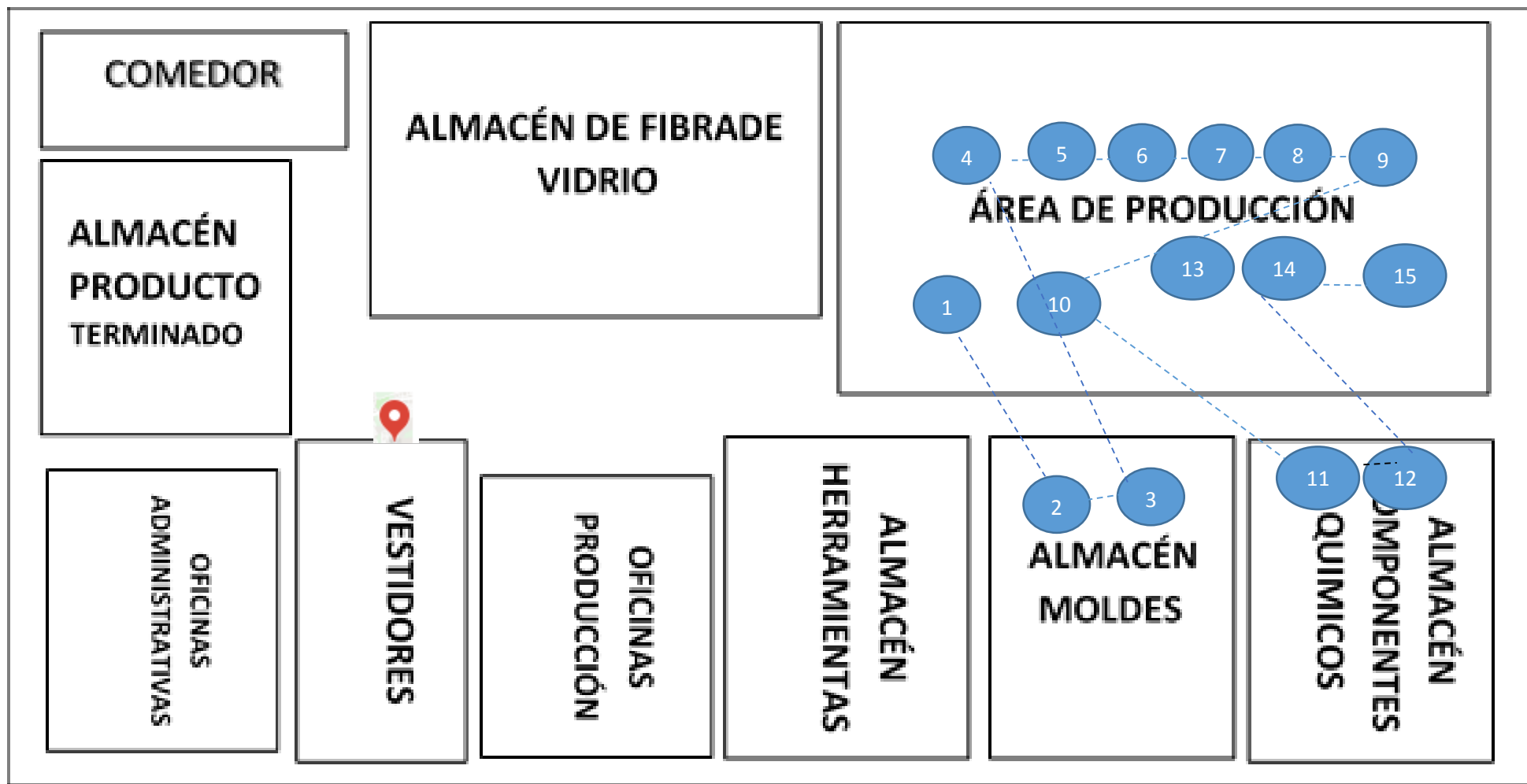


Figura 44 Layout Propuesto

Fuente: Elaboración propia

Considerando el Layout Propuesto (Figura 42) y demás mejoras detalladas en el punto 5.1.7, se estiman las siguientes mejoras en tiempos.

Tabla 11 Tiempo estimado de acuerdo a Layout Propuesto

Tiempo estimado Layout Propuesto				
NOMBRE DE OBSERVADOR: Liliana Vargas Mamani				
PROCESO: Preparación de moldes o cubos				
OBSERVAR		ANTES	DESPUÉS	DIFERENCIA
Nº	OPERACIONES	HH	HH	HH
1	Recibir O/T .	00:16:00	00:11:17	00:04:43
2	Subir a almacén de moldes.	00:28:00	00:04:50	00:23:10
3	Buscar cubos de acuerdo a malla.	00:12:00	00:08:04	00:03:56
4	Bajar balde de cubos a área de trabajo.	00:32:00	00:12:54	00:19:06
7	Dirigirse a lavadero.	00:20:00	00:00:00	00:20:00
10	Solicitar Planificación de materiales.	00:12:00	00:11:17	00:00:43
11	Dirigirse a almacén de materiales	00:20:00	00:11:37	00:08:23
13	Dirigirse a área de trabajo	00:32:00	00:06:27	00:25:33
14	Armar malla	17:51:07	17:24:54	00:26:13
	TOTAL			02:11:47
OBSERVACIONES				
Tiempos de preparación para 19.35 m2 de parrilla				

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se puede comentar que se elimina la operación 7, puesto que se plantea instalar un grifo de agua en el área de producción, por lo demás se puede observar que los recorridos se minimizan por la cercanía entre áreas relacionadas, ya que se plantea una reorganización de áreas a partir de un SLP y el planteamiento de mejoras en el desarrollo de las operaciones; y con esto finalmente se tiene un tiempo de 2 horas con 11 minutos minimizado.

CAPITULO 6

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

En el presente capítulo se plasmarán los resultados de acuerdo a los objetivos planteados los cuales serán cuantificados porcentualmente.

Los siguientes resultados se obtuvieron a partir de la observación del proceso de fabricación de parrillas para piso (Véase Anexo 7 y 10, representación gráfica), para especificar el proceso de preparación de moldes o cubos. Tomándose como referencia un orden de trabajo con una cantidad promedio de 19.35 m² y un tipo de malla promedio siendo la de 1 ½ x 1 ½ x 1 ½ (Véase Anexo 8 y 9, representación gráfica de malla).

Los tiempos plasmados en los siguientes cuadros son los obtenidos de una orden con 19.35 m², ya que a partir de esta cantidad metros cuadrados es posible obtener la utilidad deseada según precios de lista.

6.1. Resultados evaluación de campos de oportunidad

A continuación, se muestra el cuadro de hoja de observaciones en donde se clasifica todas a aquellas actividades que requieren mejorar en tiempos y entre ellas se encuentran actividades internas y aquellas actividades que no agregan valor (según clasificación SMED).

Tabla 12 Campos de oportunidad

OPERACIONES	DURACIÓN
Recibir O/T .	00:16:00
Subir a almacén de moldes.	00:28:00
Buscar cubos de acuerdo a malla.	00:12:00
Bajar balde de cubos a área de trabajo.	00:32:00
Dirigirse a lavadero.	00:20:00
Solicitar Planificación de materiales.	00:12:00
Dirigirse a almacén de materiales.	00:20:00
Dirigirse a área de trabajo	00:32:00
Armar malla	17:51:07
TOTAL	20:43:08

Fuente: Elaboración propia

Aplicando la siguiente fórmula planteada en la operacionalización de variables, donde:

TNP= Tiempo no productivo

TTO= Tiempo total

$$OM\% = \frac{TNP}{TTO}$$

$$OM\% = \frac{20.72}{32}$$

$$OM\% = 65\%$$

Considerando lo anterior se tiene un 65% de actividades que no agregan valor dentro del proceso de preparación de moldes, que pueden mejorar y por motivos de método de trabajo y transportes innecesario hacen que los tiempos sean más largos.

6.2. Resultados Diseño de propuesta de mejora aplicando SMED

A continuación, se muestra un cuadro en el que se resume el estado inicial y final aplicando la herramienta SMED en el proceso de preparación de moldes para la fabricación de parrillas para piso.

Tabla 13 Resumen de tiempos - Aplicando SMED

CONCEPTO	ANTES SMED	DESPUES SMED
Tiempo Total	32:00:10	29:48:22
Tiempo actividades internas	29:36:09	29:04:30
Tiempo de actividades que no agregan valor	02:24:01	00:43:52

Fuente: Elaboración propia

De la anterior tabla que resume el estado inicial y final con respecto a tiempo de preparación de moldes o cubos se obtiene la información para aplicar la siguiente fórmula planteada en la operacionalización de variables, donde:

TTD= Tiempo Total Después

TTA= Tiempo Total Antes

$$T\% = 1 - \frac{TTD}{TTA}$$

$$T\% = 1 - \frac{29.8}{32}$$

$$T\% = 7\%$$

De lo anterior se deduce que se ha minimizado un 7% que viene a ser aproximadamente 2.18 horas en el tiempo de preparación de moldes o cubos.

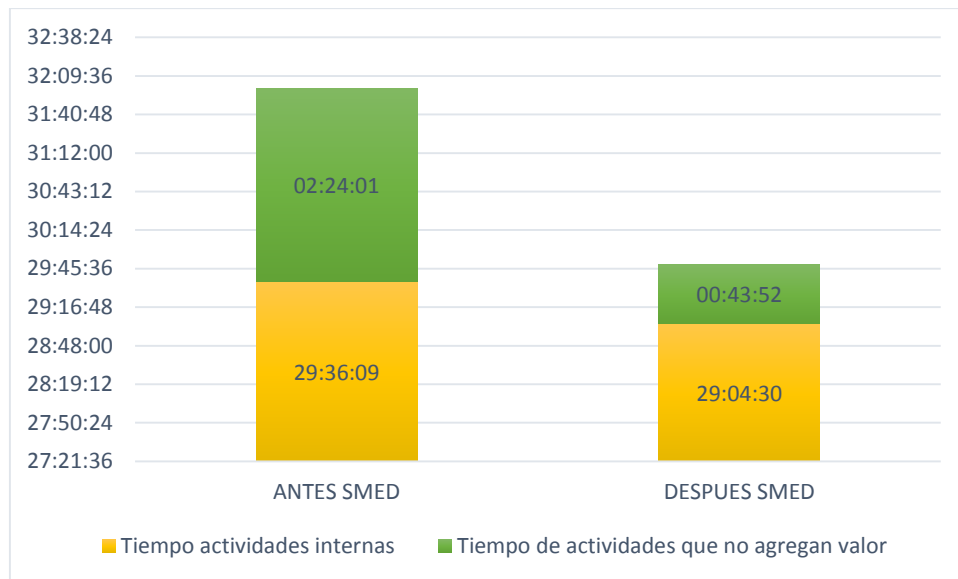


Figura 45 Tiempos antes y después considerando operaciones internas y operaciones sin valor agregado

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se pudo ver la diferenciación entre actividades internas que se encuentran en color amarillo y las actividades que no agregan valor en color verde, también se puede observar la disminución en cada tipo de actividad con la aplicación de la Herramienta SMED.

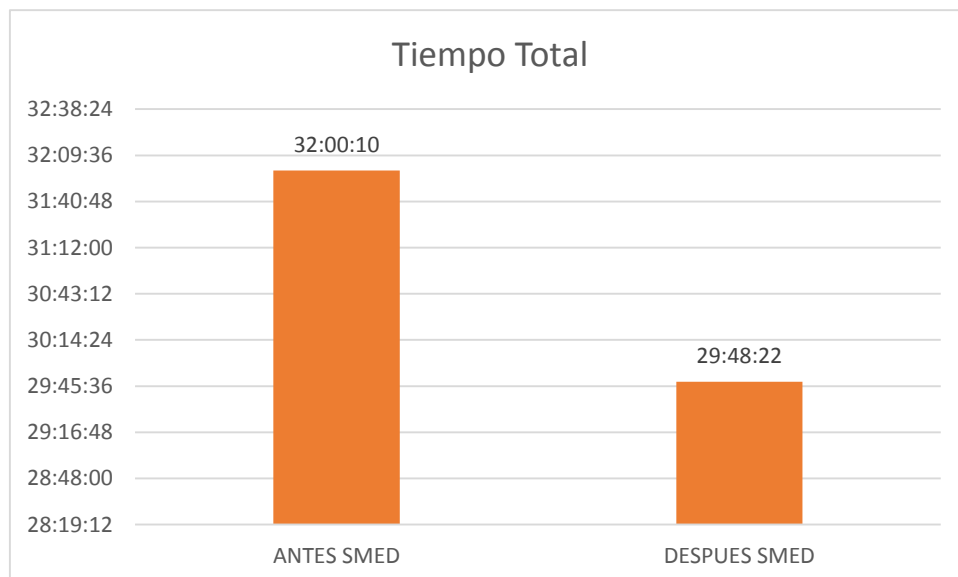


Figura 46 Tiempos totales antes y después de la aplicación de la Herramienta SMED

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se puede ver el tiempo total minimizado antes y después de la aplicación de la herramienta SMED, donde se ve una disminución que va desde 32 horas a 29.8 horas que equivale a un 7% del tiempo en el proceso de preparación de moldes o cubos

6.3. Resultado de costos con la aplicación de la herramienta SMED.

A partir de lo planteado en el capítulo anterior se procedió a cuantificar el resultado obtenido, a continuación se puede observar la hoja de análisis de costos donde se representa el costo antes y después considerando las horas hombre posterior a los cambios realizados..

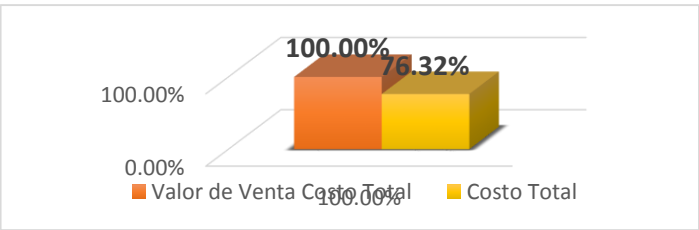
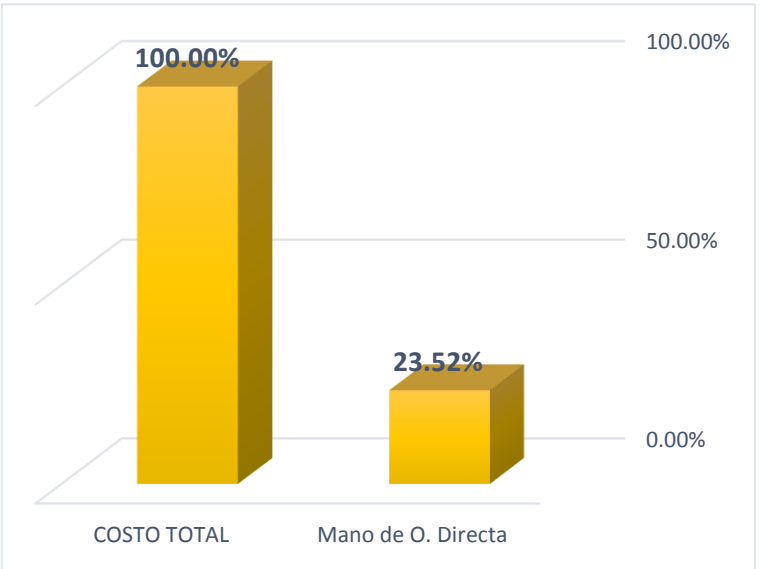
ORDEN

849

FORMATO HOJA DE COSTEO POR ORDEN DE TRABAJO

ANALISIS DE COSTOS

CONCEPTOS	Costo (S/.)	%	
+ Mano de O. Directa		23.52%	
+ Material Directo		46.12%	
+ Materia Prima			
Productos			
+ Terminados			
+ Suministros Diversos			
Costo Primo		69.63%	
+ GIF		7.62%	
Costo de Producción		77.25%	
+ Gastos de AVF		22.75%	
Gastos de			
+ Administración			
+ Gastos de Ventas			
+ Gastos Financieros			
COSTO TOTAL	6,647.17	100.00%	
			% Inversión
+ Valor de Venta	8,710.00		
- Costo Total	6,647.17		
MARGEN DE UTILIDAD	2,062.83	23.68%	31.03%
			:



MANO DE OBRA DIRECTA (MOD)										
PERSONAL		HORAS HOMBRE (Hrs)							% UTILIZADO	COSTO (S/.)
Nº	NOMBRE	NORMAL	25%	35%	NOCHE	DOM/FER	PLAN.	UTILIZ.		
TEC	TECNICOS GRUPO 2	137.0	0.0	0.0	0.0	0.0		137.0		1,563.17
TOTAL MOD		: 137.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	137.00		1,563.17

Figura 47 Hoja de costos inicial

Fuente: Elaboración propia

FORMATO HOJA DE COSTEO POR ORDEN DE TRABAJO

A 3D bar chart comparing 'Valor de Venta' (Sales Value) and 'Costo Total' (Total Cost). The y-axis represents percentages from 0.00% to 100.00%. The 'Valor de Venta' bar is orange and reaches 100.00%. The 'Costo Total' bar is yellow and reaches 75.90%.

Categoría	Porcentaje
Valor de Venta	100.00%
Costo Total	75.90%

MANO DE OBRA DIRECTA (MOD)

Figura 48 Simulación de hoja de costos con datos obtenidos

Fuente: Elaboración propia

De los cuadros mostrados se procede a cuantificar el porcentaje de mejora a partir de la fórmula planteada en la operacionalización de variables, donde:

CTD= Costo total después.

CTA=Costo total antes.

$$C\% = 1 - \frac{CTD}{CTA}$$

$$C\% = 1 - \frac{6610.99}{6647.17}$$

$$C\% = 1\%$$

Con el resultado anterior se puede ver que el costo minimizado la orden analizada equivale a un 1% contrastando el costeo antes y después de la aplicación de la herramienta SMED.

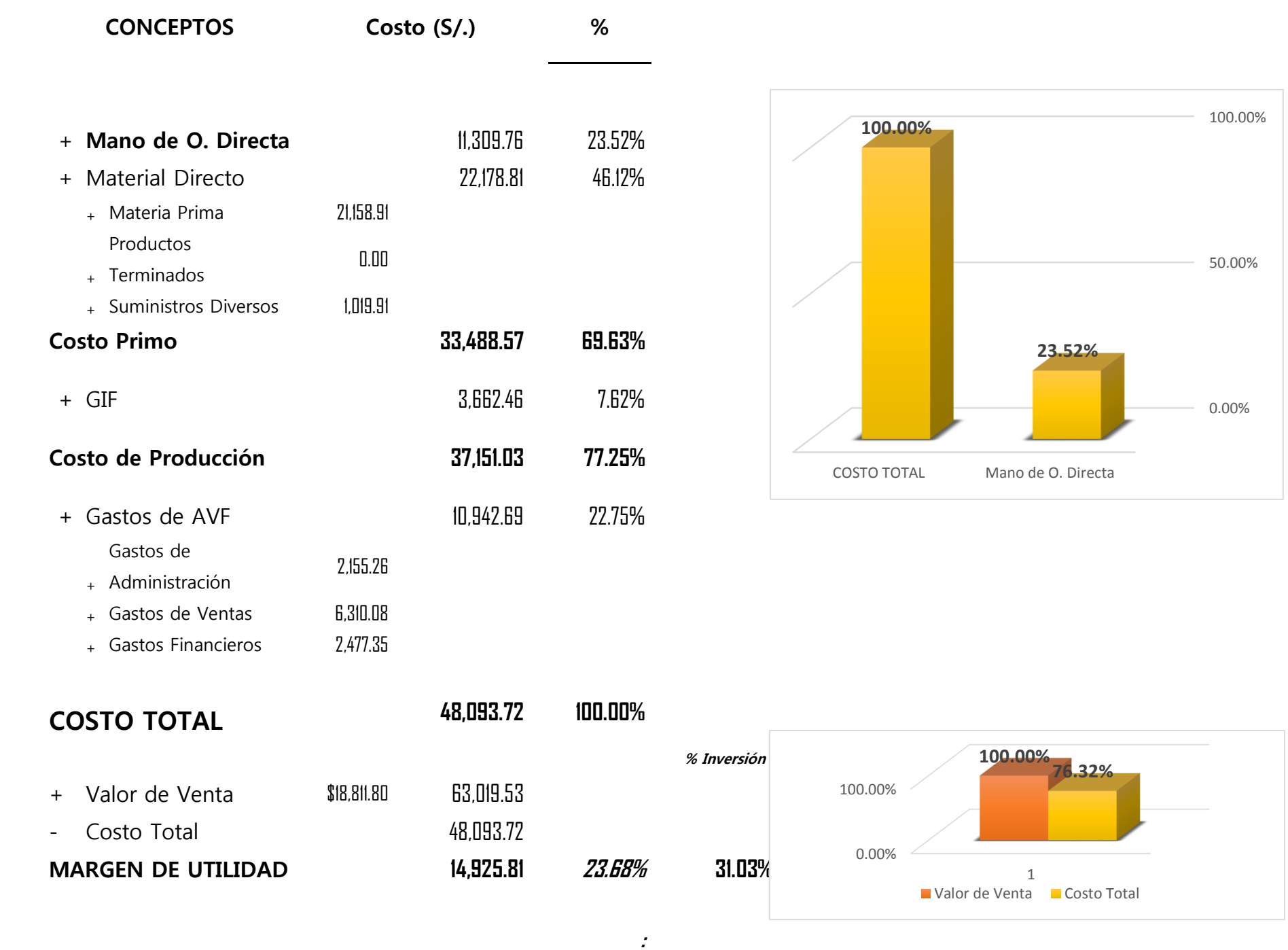
De lo anterior también se puede observar que el margen de utilidad porcentual se incrementa de un 23.68% a 24.10%.

6.3.1. Proyección mensual

Considerando la información que se tiene acerca de la cantidad promedio de metros cuadrados que se produce al mes (140 m2) se realizó una proyección tanto de materiales como mano obra considerando el estado inicial actual y el propuesto.

FORMATO HOJA DE COSTEO MENSUAL

ANALISIS DE COSTOS



MANO DE OBRA DIRECTA (MOD)									
PERSONAL		HORAS HOMBRE (Hrs)							% UTILIZADO
Nº	NOMBRE	NORMAL	25%	35%	NOCHE	DOM/FER	PLAN.	UTILIZ.	COSTO (S/.)
TEC	TECNICOS GRUPO 2	991.2	0.0	0.0	0.0	0.0		991.2	11,309.76
TOTAL MOD		: 991.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	991.21	11,309.76

Figura 49 Proyección de costos mensuales estado inicial

Fuente: Elaboración propia

FORMATO HOJA DE COSTEO MENSUAL

ANALISIS DE COSTOS

CONCEPTOS	Costo (S/.)	%		
Mano de O.		23.27%		
+ Directa		46.37%		
+ Material Directo				
+ Materia Prima				
Productos				
+ Terminados				
Suministros				
+ Diversos				
Costo Primo		69.64%		
+ GIF		7.61%		
Costo de Producción		77.25%		
+ Gastos de AVF		22.75%		
Gastos de				
+ Administración				
+ Gastos de Ventas				
+ Gastos Financieros				
COSTO TOTAL		100.00%		
			%	
			<i>Inversión</i>	
+ Valor de Venta	63,019.53			
- Costo Total	47,829.51			
MARGEN DE UTILIDAD	15,190.02	24.1%	31.76%	

A 3D bar chart comparing 'COSTO TOTAL' and 'Mano de O. Directa'. The 'COSTO TOTAL' bar reaches the 100.00% mark on the y-axis. The 'Mano de O. Directa' bar reaches the 23.27% mark.

A 3D bar chart comparing 'Valor de Venta' and 'Costo Total'. The 'Valor de Venta' bar reaches the 100.00% mark. The 'Costo Total' bar reaches the 75.90% mark. A legend at the bottom identifies the orange bar as 'Valor de Venta' and the yellow bar as 'Costo Total'.

MANO DE OBRA DIRECTA (MOD)

PERSONAL		HORAS HOMBRE (Hrs)							% UTILIZADO	COSTO (S/.)
Nº	NOMBRE	NORMAL	25%	35%	NOCHE	DOM/FER	PLAN.	UTILIZ.		
TEC	TECNICOS GRUPO 2	975.3	0.0	0.0	0.0	0.0		975.3		11,128.14
TOTAL MOD		: 975.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	975.30		11,128.14

Figura 50 Proyección de costos mensuales según propuesta

Fuente: Elaboración propia

De los cuadros mostrados se procede a cuantificar el porcentaje de mejora a partir de la fórmula planteada en la operacionalización de variables, donde:

MUD= Margen de utilidad después.

MUA= Margen de utilidad Antes.

$$MU\% = 1 - \frac{MUA}{MUD}$$

$$MU\% = 1 - \frac{14925.81}{15190.02}$$

$$MU\% = 2\%$$

Con el resultado anterior se puede ver que el margen de utilidad incrementa en un 2% lo cual equivale a 264 soles, contrastando el costeo mensual antes y después de la aplicación de la herramienta SMED.

.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Propuesta de mejora en el proceso de Fabricación de productos en plástico reforzado en fibra de vidrio

Para el desarrollo de la propuesta se plantea el uso de la herramienta SMED de la Filosofía Lean Manufacturing, que inserta la idea de minimizar tiempos de inicialización de procesos, ideado para aquellas producciones en lotes pequeños. Con la propuesta de mejora planteada se minimiza un 2% de horas hombre totales al mes que cuantificando es obtiene un 2% más de margen de utilidades mensual. Esta propuesta contrastada con otros trabajos como son los citadas en el estado de arte de donde podemos mencionar a la propuesta desarrollada por Cárdenas y Huallla (2017) que se desarrolla en una empresa fabricante de PEAD Y PVC, donde además de aplicar la herramienta SMED aplican 5S, VSM, TPM, Benchmarking; se genera una mejora general donde cada una de las herramientas aporta un valor específico en determinadas áreas que van desde el área comercial hasta el área de mantenimiento; en donde por otro lado con el trabajo desarrollado en esta tesis sólo se aporta una mejora en el ámbito productivo, esto por el limitante de información general de las demás áreas de la organización. Sin embargo, como se plantea en la justificación este es un primer aporte para llegar a implementar una mejora en general de la mano de Herramientas de la Filosofía Lean Manufacturing.

Evaluación de campos de oportunidad en el proceso de Fabricación

Para la evaluación de campos de oportunidad en el proceso se inicia con el análisis P-Q en donde se determina el producto representativo entre la variedad de productos que son fabricados, dando como resultado las parrillas para piso las cuales tienen como unidad de medida los metros de cuadrados a partir de esta evaluación la tesis limita su alcance.

Considerando la simbología ASME, se desarrolla el diagrama de análisis del proceso de fabricación de parrillas el cual permite representar la secuencia de operaciones, transportes, almacenamiento, inspecciones que se dan dentro del proceso de fabricación

de parrillas, de este modo se logra conocer el proceso y poder considerar como punto partida para el siguiente análisis del proceso de preparación de moldes o cubos.

El proceso de preparación de moldes o cubos comprende desde la recepción de la orden hasta el armado de malla para posteriormente comenzar con la fabricación de las parrillas, se realizó la toma de tiempos de este proceso de preparación donde un 65% representa las operaciones consideradas por la filosofía Lean Manufacturing, desperdicio, dentro de este porcentaje se encuentran las actividades que no agregan valor y las actividades internas, considerando la clasificación SMED.

Esta evaluación es un punto partida que permite detectar la cantidad de horas hombre desperdiciadas en transportes o en métodos que absorben más horas y que al realizar un resumen general de horas hombre, el proceso de preparación viene a representar aproximadamente el 23% de las horas totales y con esta evaluación se determina los campos de oportunidad que permiten plantear mejoras de la mano de herramientas Lean Manufacturing.

El alcance del trabajo y la metodología a utilizar limita a la evaluación del total del proceso, ya que además en el transcurso del proceso se presentan también otras operaciones de preparación que son cortas como es la preparación del esmeril para acabados (casos especiales) y la preparación del área de empaque, los cuales podrían ser estudiados en posteriores trabajos. Esta metodología que se sigue en la presente tesis es similar la planteada por Aliaga (2017), Cárdenas y Hualla (2017), ya que también hacen uso de un análisis P-Q, y determinan aplicar el estudio en uno de los productos.

Diseño de la propuesta de mejora aplicando SMED

La herramienta SMED que permite minimizar tiempos de preparación y cabe mencionar que está dirigida a producciones en lotes o por orden donde se fabrican variedad de productos los cuales presentan diferentes características y es necesario preparar el área de trabajo de acuerdo al producto a realizar y utilizar un molde diferente si es referido a la producción de productos en fibra de vidrio.

Siguiendo la metodología SMED se procedió a desarrollar cada una de las fases de esta como son la preparación en donde se secuencio el proceso en una hoja de tiempos y se plasmó la duración de cada operación, posteriormente en la fase de separación se identifica y separa actividades internas y externas; finalmente en la fase de conversión en donde el objetivo es tratar de convertir actividades internas en externas y con estas la descripción de las propuestas de mejora cuantificando el tiempo minimizado y el tiempo de duración inicial se tiene un 7% ganado que representa 2.18 horas de una orden de trabajo de 19.35 m2 en el proceso de preparación de moldes o cubos.

Esta Herramienta como lo indica su teoría está dirigida a los tiempos de preparación de aquellas producciones donde se requiere diferente cambios de acuerdo al producto que se va fabricar como es el caso de la empresa en estudio la cual fabrica variedad de productos de acuerdo a solicitud de clientes entre ellos pueden estar guardas para motores, tuberías, bridas, escalerillas para cable y parrillas para piso; se tiene variedad de productos y cada uno de ellos requiere de un tipo de molde diferente. Cabe mencionar que todos los productos siguen una misma secuencia de procesos como son la preparación, fabricación, acabados y embalaje; pero estos pueden presentar algunas variaciones de acuerdo a especificaciones (tipo de resina) de acuerdo a su naturaleza (tuberías, parrillas).

Al realizar la revisión teórica y estado de arte se halló diferentes trabajos como se podría mencionar a “Mejora de procesos en las áreas de mezclado y molienda de una empresa manufacturera de Tubo sistemas PVC y PEAD” en donde se minimiza el porcentaje de SCRAP (desechos) en un 3.3% y otro es el proceso de producción de papel tisú en donde se logra minimizar el tiempo de preparación de bobina en 2.14 aplicando SMED y otros que también se pueden visualizar en el estado de arte. Como se observa este trabajo también forma parte de las muchas industrias que han optado por aplicar esta herramienta con la diferencia de que la presente investigación se desarrolla en un proceso manual, pero esta no le quita el objetivo que en realidad persigue como es la reducción de tiempos de preparación.

Evaluación de la mejora en costos con la aplicación de la herramienta SMED.

Como se detalló en capítulos anteriores el análisis giro alrededor de una orden de trabajo la cual reunía las características promedio para poder realizar análisis que no tenga amplios rangos de variación tanto en tiempos como en costo, la orden analizada tenía las siguientes características como son una malla promedio de $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$ la cantidad de metros cuadrados promedio (19.35 m²) para la obtención de la utilidad deseada.

Considerando una hoja de costos referencial para la orden analizada en donde se plasmó la nueva cantidad de horas cuantificada en costos y contrastándola con el costo inicial se logra obtener de un 23.68% a un 24.10% de utilidad porcentual, el cual proyectando a la cantidad promedio de metros cuadrados mensuales de producción de parrillas siendo este 140 m²; el resultado se incrementa de un 2% en el margen de utilidad. Este porcentaje se vio incrementado por la minimización de costos de mano obra.

El resultado obtenido se considera tomando en cuenta condiciones normales tanto en precio de materia prima, costo promedio de hora hombre, y considerando que se trate de un producto realizado anteriormente para el cual ya se tiene cubos necesarios en la fabricación de parrillas

Contrastando la tesis realizada con demás tesis planteadas en el estado de arte, se ve diferencia ya que en muchos de estas tesis se cuantifica la implementación y con respecto a la actual se realiza una simulación de los costos con la puesta en marcha de la aplicación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- ❖ En el presente trabajo se logra diagnosticar el proceso de preparación de productos en plástico reforzado en fibra de vidrio, analizando los diferentes tiempos involucrados en el proceso mencionado, en dicho análisis se pudo identificar que los tiempos se incrementan ya que se tiene problemas en cuanto a método de trabajo, estos debido a que se tiene operaciones que requieren de una mejor planificación y a recorridos ineficientes a causa de largas distancias entre áreas relacionadas. Considerando esto como oportunidades de mejora.
- ❖ Con el diseño de la propuesta de mejora aplicando SMED, se determina que es posible minimizar tiempos de preparación a partir de un método de trabajo eficiente, partiendo del conocimiento de la teoría y Metodología que sigue la herramienta SMED, donde se recopila información necesaria para el registro de actividades y finalmente el desarrollo de propuestas que aportan en la minimización de actividades y tiempos para la secuencia del proceso, además el presente trabajo proporciona una metodología a seguir para el análisis del proceso de preparación, y finalmente también proporciona una ayuda práctica para quienes estén interesados en trabajar con la herramienta SMED.

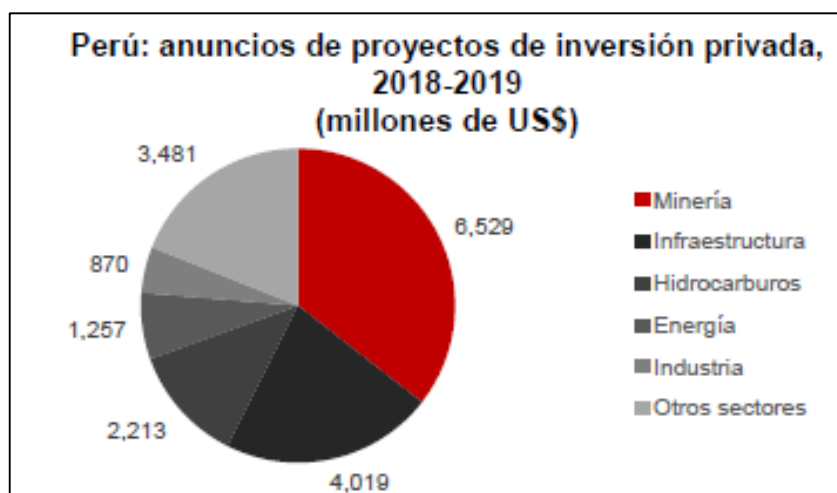
- ❖ A partir de la hoja de costos planteada se logra evaluar los tiempos minimizados de acuerdo al nuevo método de trabajo propuesto, ya que en la Hoja de costos se toma en cuenta la cantidad de horas hombre después de la aplicación de la Herramienta SMED, donde se evidencia una disminución de montos monetarios con respecto a horas hombre.

Recomendaciones

- ❖ Se recomienda desarrollar el mismo análisis para el resto de productos, para la uniformización de sistema de trabajo, además de considerar complementar esto con la herramienta VSM de la filosofía Lean Manufacturing, para una evaluación de campos de oportunidad de todas las áreas involucradas en el proceso de Fabricación. Para Finalmente combinarse con otras herramientas Lean, y de esta manera aportar mejoras y con esto cantidades mayores de tiempo ahorrado que sería utilizado en producir más ordenes en un menor periodo de tiempo
- ❖ La propuesta aplicando SMED fue aplicada en el proceso de preparación de parrillas para piso ya que es el producto más representativo de la empresa, se recomienda seguir la misma metodología de trabajo para otras líneas de productos como son escalerillas, tuberías, bridas, etc.
- ❖ Para posteriores evaluaciones de trabajos de implementación y otros temas relacionados a la presente tesis, se recomienda actualizar algunos datos variables como son costo hora hombre y de materiales principales; ya que la información considerada es de inicios del año 2019.

ANEXOS

Anexo 1 Proyectos de inversión privada 2018- 2019



Fuente: [1]

Perú: proyectos de inversión privada, 2018-2019	
Sector	Proyecto
Minería 	Mejoras y ampliación en el sistema productivo de Toromocho
	Ampliación de Mina Marcona
	Quellaveco
	Mina Justa
	Machiquillay
Hidrocarburos 	Ampliación de capacidad de transporte
	Exploración Lote 58
	Masificación de gas
Energía 	Enlace Mantaro Nueva Yanango
	Intipampa
	Wayra 11
Industria 	Almacenes, centros de distribución y mejoras en infraestructura
	Ampliación de Refinería La Pampilla
	Ampliación de planta en Pisco
Infraestructura 	Terminal Portuario de Chancay
	Mejoras y nuevas pistas de aterrizaje
	Ampliación Terminal Aeropuerto Jorge Chávez
	Modernización Muelle Norte
	Línea 2 Metro de Lima
Otros 	Implementación de nuevos servicios y expansión de redes 4G
	Expansión y nuevos centros comerciales
	Inversiones inmobiliarias y ampliación de centros comerciales
	Expansión y nuevos hoteles, clínicas y centros comerciales

Fuente: [1]

Anexo 2 Formato de Lista de Chequeo

LISTA DE CHEQUEO			
Encargado:			
Fecha:			
ITEMS A OBSERVAR	SI	NO	P/E
1.-			
¿Se necesitan preparaciones manuales?			
2.-			
¿Se necesita preparar maquinas?			
3.-			
Las herramientas y otros elementos necesitan ser transportadas.			
4.-			
La distribución actual se acomoda a un tipo de distribución			
5.-			
Las herramientas y elementos se encuentran en buenas condiciones			
OBSERVACIONES			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3 Procedimiento Obtención de tiempos

Procedimiento para obtención de Tiempos	
❖	Se utilizó el método tradicional para la obtención de número de observaciones
❖	Se tomó una muestra de 5 al tener tiempos mayores a 2 minutos
❖	Se utilizó tabla para cálculo de observaciones del método tradicional Anexo 4.
❖	Se utilizó el anexo 5 como ficha de hoja de tiempos.
❖	Los datos finales (tabla 6) se obtienen después de la aplicación de una media aritmética simple.
$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4 Ficha de observaciones

FICHA DE OBSERVACIÓN							
NOMBRE DE OBSERVADOR: Liliana Vargas Mamani							
FECHA: 18/11/2018							
PROCESO: Preparación de moldes o cubos							
Nº	OPERACIONES	t1	t2	t3	t4	t5	Tiempo promedio
1	Recibir O/T .	00:16:00	00:15:59	00:16:00	00:16:01	00:16:03	00:16:00
2	Subir a almacén de moldes.	00:28:00	00:28:00	00:28:00	00:28:00	00:28:00	00:28:00
3	Buscar cubos de acuerdo a malla.	00:12:00	00:12:00	00:12:00	00:12:00	00:12:00	00:12:00
4	Bajar balde de cubos a área de trabajo.	00:32:00	00:40:00	00:32:00	00:32:00	00:32:00	00:32:00
5	Revisar cubos.	00:40:00	00:40:00	00:40:00	00:40:00	00:40:00	00:40:00
6	Lijar cubos.	01:20:00	01:20:00	01:20:00	01:20:00	01:36:00	01:20:00
7	Dirigirse a lavadero.	00:20:00	00:20:00	00:20:00	00:20:00	00:20:00	00:20:00
8	Lavar cubos.	00:40:00	00:40:00	00:40:00	00:40:00	00:50:00	00:40:00
9	Limpiar Mesa	00:24:00	00:24:00	00:24:00	00:24:00	00:24:00	00:24:00
10	Solicitar Planificación de materiales.	00:12:00	00:12:00	00:12:00	00:12:00	00:12:00	00:12:00
11	Dirigirse a almacén de materiales	00:20:00	00:20:00	00:20:00	00:20:00	00:20:00	00:20:00
12	Solicitar materiales	00:36:00	00:36:00	00:36:00	00:36:00	00:36:00	00:36:00
13	Dirigirse a área de trabajo	00:32:00	00:32:00	00:32:00	00:32:00	00:32:00	00:32:00
14	Armar malla	17:51:00	17:51:07	17:51:07	17:51:07	17:51:07	17:51:07
15	Aplicar desmoldante	07:37:00	07:58:00	07:37:00	07:37:00	07:37:00	07:37:00
	TOTAL	32:00:00	32:29:06	32:00:07	32:00:08	32:26:10	32:00:07

Fuente. Elaboración propia

Anexo 5 Tabla para cálculo de numero de observaciones

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179





Fuente: [63]

Anexo 6 Ficha de Observación

FICHA DE OBSERVACIÓN							
NOMBRE DE OBSERVADOR:							
FECHA:							
PROCESO:							
OBSERVAR		OBSERVACIONES					
Nº	OPERACIONES	T1	T2	T3	T4	Tn	TIEMPO PROMEDIO
	TOTAL						
OBSERVACIONES							

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7 DAP detallado

Descripción	Tiempo	Distancia	Símbolo				Observaciones
							
Recibir O/T	00:16:00						
Subir a almacen de moldes.	00:28:00	7					Desde oficinas de Producción hasta almacén de moldes
Buscar cubos de acuerdo a malla.	00:12:00						
Bajar balde de cubos a área de trabajo.	00:32:00	5					Se transporta baldes de cubos desde Almacén de moldes a área de trabajo
Revisar cubos.	00:40:00						Se revisa cubos y se separa los que esten en mal estado.
Lijar cubos.	01:20:00						
Dirigirse a lavadero.	00:20:00	10					Se transporta cubos desde área de trabajo hasta Lavadero transportado en Patos
Lavar cubos.	00:40:00						
Limpiar Mesa	00:24:00						
Solicitar Planificación de materiales.	00:12:00						
Dirigirse a almacen de materiales	00:20:00	6					Desde oficinas de Producción hasta almacén de materiales
Solicitar materiales	00:36:00						
Dirigirse a área de trabajo	00:32:00	8.5					Se transporta materiales desde almacén de materiales hasta área de trabajo en Pato
Armar malla	17:51:07						
Aplicar desmoldante	07:37:00						
Colocar fibra en cubos	17:00:00						
Impregnar resina	15:00:00						
Curar	30:00:00						
Desmoldar	10:00:00						
Pintar	08:00:00						
Dar acabados	15:00:00						
Revisar producto	01:00:00						Se revisa producto final, acabados y pintura.
Embalar	08:30:00						
A almacén de tránsito	00:30:00	14					Se transporta en patos.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8 Formato de Ficha de Observación SMED

FICHA DE OBSERVACIÓN SMED					
NOMBRE DE OBSERVADOR:					
FECHA:					
PROCESO:					
OBSERVAR			SEPARACIÓN		
Nº	OPERACIONES	DURACIÓN	INTERNO	EXTERNO	ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR
	TOTAL				
OBSERVACIONES					

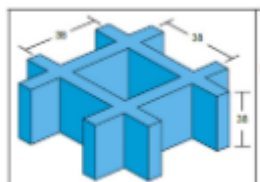
Fuente: Elaboración propia

Anexo 9 Uso industrial de parrillas para piso



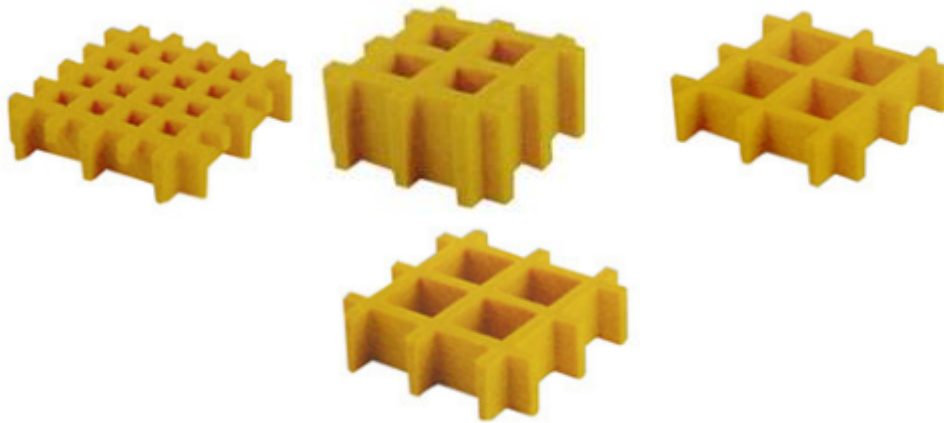
Fuente: [64]

Anexo 10 Medidas para determinar la malla



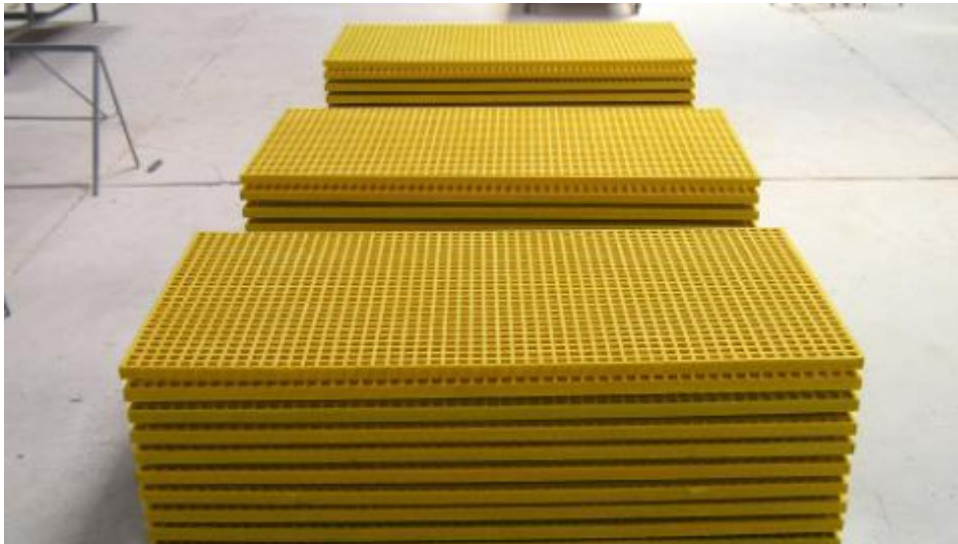
Fuente: [65]

Anexo 11 Tipos de malla para parrillas para piso



Fuente: [64]

Anexo 12 Piezas fabricadas de parrillas para piso



Fuente: [64]

GLOSARIO

Aceleradores: Son componentes químicos que permite que la resina pueda fraguar sin calor, los más conocidos son el naftenato de cobalto y el octoato de cobalto.

Actividades que no agregan valor: Actividades que no se encuentran dentro de la clasificación de actividades internas y externas, y que consumen recursos (horas- hombre) pero no adhieren características al producto.

ASME: Hace referencia al acrónimo en inglés American Society of Mechanical Engineer, es una asociación de ingenieros mecánicos que generó símbolos utilizados en el Diagrama de Análisis del Proceso.

Cargas: Son partículas que permiten dar una mejor estabilidad dimensional y darle mayor dureza al producto el más conocido es el carbonato de calcio.

Costo total: Corresponde a la suma de costos de producción más los gastos totales (administrativos, financieros y ventas).

Cera desmoldante: Es una sustancia química que permite aislar al molde de la resina que forma una película aislante.

Cubos: Son propiamente cubos huecos de FRP que actúan como moldes para la fabricación de parrillas para piso estos obedecen a un tipo de malla.

Curado: También conocida como proceso de polimerización, durante este proceso la resina se convierte en un producto gelatinoso y posteriormente se endurece.

Desbalance de línea: Es una herramienta que permite distribuir tareas entre líneas de tal manera que en ningún momento alguna de las líneas se encuentre parada.

Despilfarros: Es todo aquello que añade costo a lo producido pero que no añade valor alguno.

Eficiencia: Desde el ámbito económico hace referencia cuando un proceso tiene mayores beneficios económicos que otros, utilizando menores recursos lo cual minimiza costos.

Filament Winding: Es una técnica de fabricación utilizada en materiales compuesto como los plásticos reforzados, generalmente es utilizado para productos cilíndricos.

FRP: Corresponde a las siglas en inglés, Fiberglass Reinforced Plastic.o también en español PRFV que significa Plástico Reforzado en Fibra de Vidrio.

Gelcoat: Es una mezcla de resina con otros materiales y es utilizado para dar acabados de alta calidad, prácticamente es la apariencia de un producto.

Gelado: Forma parte del curado, ya que el gelado es cuando la resina cambia a un estado gelatinoso para posteriormente endurecer.

Hoja de costos: Es una hoja donde se resumen los costos y gastos incorporados en la fabricación de un producto

Iniciadores: Son compuestos químicos que se agregan al preparar la resina.

Malla: En la Fabricación de parrillas para piso, la malla hace referencia a las especificaciones de medidas que debe tener la rejilla.

Materiales Compuestos: Son aquellos materiales que se forman a partir de la unión de dos o más materiales, de forma que logran combinar propiedades.

Molde: Es una pieza que es utilizado para dar forma a un producto.

OEE: Es el acrónimo ingles de Overall Equipment Effectiveness, es una herramienta que indica mediante un porcentaje la eficacia de una máquina.

Parrillas para piso: Son productos utilizados como pasadizos, peldaños, canaletas en la industria.

Proceso exotérmico: Es un proceso donde se libera calor.

Scrap: Esta referida a los residuos y desechos producidos en el proceso.

SMED: Corresponde al acrónimo en inglés, Single Minute Exchange of Die, forma parte de las Herramientas de la Filosofía Lean Manufacturing.

Utilidad: Es la ganancia que proviene de algún proceso de fabricación y/o servicio, después de cubrir los gastos totales.

Valor de Venta: Es el monto resultante de la suma del costo total más el margen de utilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. S.A.C, «Perspectivas Económicas, Región Arequipa, abril de 2018,» Arequipa, 2018.
- [2] I. N. d. e. e. informática, «Creciente demanda de equipos y repuestos para minería y construcción influyó en resultado positivo del comercio al por mayor.,» *Actividad comercial creció 1,93% en diciembre de 2017*, 2017.
- [3] V. S. Aliaga Benites, *Análisis y propuesta de mejora de procesos para una empresa Metalmecánica de sistemas de izajes para Centros Mineros*, Lima, 2017.
- [4] C. Cárdenas Gutierrez y R. N. N. Hualla Palo, *Mejora de procesos en las áreas de mezclado y molienda de una empresa manufacturera de Tubosistemas PVC y PEAD aplicando herramientas de calidad y Lean Manufacturing*, Lima, 2017.
- [5] H. M. Calluchi Lema, *Propuesta de mejora del proceso productivo de la línea de productos de papel tisú mediante el empleo de herramientas de manufactura esbelta*, Lima, 2014.
- [6] M. D. Mendoza Tineo, *Análisis y mejora de procesos de Graneles en Silos en un Operador Logístico aplicando Herramientas de Lean Manufacturing*, Lima, 2018.
- [7] L. F. Diaz del Olmo Campo, *Diagnóstico, diseño y estrategia de implementación de propuestas de mejora para el proceso de reparación de carrocería y pintura en un taller automotriz*, Lima, 2018.
- [8] A. Castrejón Gallegos, *Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de empaque de un laboratorio Farmacéutico*, Mexico, 2016.

- [9] M. A. Aranibar Gamarra, *Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera*, Lima, 2016.
- [10] C. A. Baluis Flores, *Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing.*, Lima, 2013.
- [11] D. L. Castañeda Huamán y J. G. Juárez Suyón, *Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de elaboración de mango congelado de la empresa procesadora Perú SAC, basado en Lean Manufacturing.*, Pimentel, 2016.
- [12] J. I. Castro Vásquez, *Propuesta de implementación de la metodología Lean Manufacturing para la mejora del proceso productivo en la línea de envasado PET de la empresa Ajeper S.A.*, Trujillo, 2016.
- [13] H. A. Maguiña Ita, *Mejora en los procesos de una empresa fabricante de máquinas de automatización.*, Lima, 2013.
- [14] R. A. Sandivar Anaya, *Propuesta de mejora del proceso de una línea de producción de parabrisas para autos usando Herramientas de manufactura esbelta*, Lima, 2016.
- [15] E. e. Peralta Ubarnes y A. M. Rocha Lora, *Propuesta de implementación del modelo de gestión Lean Manufacturing en la empresa Ajover S.A.*, Cartagena de indias, 2015.
- [16] L. F. Titto Porras, *Propuesta de mejora de una empresa de producción de sanitarios y accesorios de baño en Lima Metropolitana*, Lima, 2018.
- [17] L. Barahona Castillo y J. Navarro Infante, *Mejora del proceso de galvanizado en una empresa Manufacturera de alambres de acero aplicando la Metodología Lean Six Sigma*, Lima, 2013.
- [18] T. M. Collantes Champi, *Análisis y propuesta de mejora en el proceso de lavado y teñido de prendas de vestir aplicando herramientas Lean Manufacturing e investigación de operaciones*, Lima, 2018.
- [19] W. E. Flores Philipps, *Análisis y propuesta de mejora de procesos aplicando Mejora Continua, técnica SMED, y 5s, en una empresa de confecciones*, Lima, 2017.
- [20] S. A. Mejía Carrera, *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de Manufactura Esbelta*, Lima, 2013.
- [21] F. M. Mío Sandoval, *Aplicación del Lean manufacturing para mejorar la productividad en la empresa Almaksa s.a.c, los olivos*, 2017, Lima, 2017.
- [22] R. Acurio Espinoza, «Aplicación de la técnica SMED para mejorar la productividad en el área de moldeo de chocolate en la empresa compañía nacional de chocolates de Perú S.A., Lima 2017.,» Lima, 2017.
- [23] L. L. Ballesteros Medina y V. M. Ibarra Balderas, «Lean Manufacturing,» *Conciencia Tecnológica*, vol. 53, pp. 54-58, 2017.

- [24] E. Begoña Gonzalez, Tips para compradores profesionales, Lulu.com, 2015.
- [25] H. Felizzola Jiménez y C. Luna Amaya, «Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico,» *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 22, nº 2, pp. 263-277, 2014.
- [26] M. A. Añaguari Yarasca y V. Gisbert Soler, «Lean Manufacturing como herramienta de competitividad en las Pymes Españolas,» *Cuadernos Investigación Aplicada*, pp. 37-48, 2016.
- [27] M. D. Rojas Lopez, M. Henao Grajales y M. E. Valencia Corrales, «Lean construction – LC bajo pensamiento Lean,» *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 16, nº 30, pp. 115-128, 2017.
- [28] R. Montero Martinez, «Relación entre el Lean Manufacturing y la seguridad y salud ocupacional,» *Salud de los trabajadores*, vol. 24, nº 2, pp. 133-138, 2016.
- [29] J. C. Hernández Matías y A. Vizán Idoipe, Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación, Madrid, 2013.
- [30] A. López-Espinoza, E. Santoyo Teyes, F. Santoyo Telles y D. Murguía Pérez, «Comportamiento y organización Implementación del sistema de gestión de la calidad 5S'S*,» *Diversitas: Perspectivas en Psicología*, vol. 9, nº 2, pp. 361-371, 2013.
- [31] B. Naranjo Franco, «DOCPLAYER,» 2016. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/15195046-Las-5-s-una-herramienta-de-reduccion-de-costes.html>. [Último acceso: 20 10 2018].
- [32] R. Marciniak, «El benchmarking como herramienta de mejora de la calidad de la educación universitaria virtual. Ejemplo de una experiencia polaca,» *EDUCAR*, vol. 53, nº 1, pp. 171-207, 2017.
- [33] N. R. Perego, A. A. P. Espejel, A. M. P. Gallardo, I. A. R. González, J. M. R. García, M. E. A. Mariscal, C. A. P. Sánchez, M. V. Bonotto y Gibrán Rivera González, «Capítulo 2: La administración por procesos,» de *Administración integral: Hacia un enfoque de procesos*, Grupo Editorial Patria, 214, pp. 35-70.
- [34] F. Neto Madariaga, Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos., 2018.
- [35] «Simple organización Lean,» [En línea]. Available: <https://simpleproductividad.es/blog/el-metodo-smed-gestion-produccion/>. [Último acceso: 19 01 2019].
- [36] F. Espin Carbonell, «TÉCNICA SMED. REDUCCIÓN DEL TIEMPO PREPARACIÓN,» *3ciencias*, pp. 1-10, 2013.
- [37] «Tecnología del plástico,» 14 Marzo 2017. [En línea]. Available: <http://www.plastico.com/blogs/Cambio-de-moldes-de-inyeccion-en-10-minutos-o-menos+118496>. [Último acceso: 19 01 2019].

- [38] «Progressa Lean,» S.f. S.f. S.f.. [En línea]. Available: <http://www.progressalean.com/que-es-smed/>. [Último acceso: 19 01 2019].
- [39] L. E. Beltrán Esparza, A. Cano Carrasco, E. González Valenzuela y A. Valenzuela Muñoz, «SMED: Reducción de tiempos de cambio de la línea de producción maíz en el área de empaque de una empresa elaboradora de botanas en la Región Sur de Sonora,» *Revista Administracion y Finanzas*, vol. 4, nº 12, pp. 16-29, 2017.
- [40] J. Tapia Coronado, T. Escobedo Portillo, E. Barrón López, G. Martínez Moreno y V. Estebané Ortega, «Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria,» *Ciencia & Trabajo*, nº 60, pp. 171-178, 2017.
- [41] R. Montero Martinez, «Relación entre el Lean Manufacturing y la seguridad y salud ocupacional,» *Salud de los trabajadores*, vol. 24, nº 2, pp. 133-138, 2016.
- [42] M. Fernández Gómez, *Lean Manufacturing En Español: Cómo eliminar desperdicios e incrementar ganancias*, Editorial Imagen, 2014.
- [43] K. Alvarado Ramirez y v. Pumisacho Álvaro, «Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio,» *Intangible Capital*, vol. 3, nº 2, pp. 479-497, 2017.
- [44] 5. minutos.es, *El mapa del flujo de valor: Los secretos de la herramienta clave del Lean Manufacturing*, 2017.
- [45] G. Emilio León, N. Marulanda y H. Helí González, «FACTORES CLAVES DE ÉXITO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LEAN MANUFACTURING EN ALGUNAS EMPRESAS CON SEDE EN COLOMBIA,» *Tendencias*, vol. XVIII, nº 1, pp. 85-100, 2017.
- [46] E. Ortiz López, «DOCPLAYER,» 2015. [En línea]. Available: https://docplayer.es/5056580-EI-kanban-marcos-bermejo-pid_00198057.html. [Último acceso: 20 10 2018].
- [47] L. C. Palacios Acero, *Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos*, ECOediciones, 2016.
- [48] G. Baca Urbina, M. Cruz Valderrama, I. M. A. Cristóbal Vázquez, B. C. Gabriel, J. C. Gutierrez Matus, P. Espejel, A. A. Rivera González, I. Antonio y A. E. Rivera González, *Introducción a la Ingeniería Industrial*, Editorial Patria, 2014.
- [49] J. A. Platas García y M. I. Cervantes Valencia, *Planeación diseño y Layout de instalaciones*, Grupo editorial Patria, 2014.
- [50] A. Escudero, «Diagrama de análisis de proceso,» [En línea]. Available: https://www.academia.edu/6886997/DIAGRAMA_DE_AN%C3%81LISIS_DE_PROCESO. [Último acceso: 11 25 2018].
- [51] A. Núñez Carballosa, L. Guitart Tarrés y X. Baraza Sánchez, *Dirección de operaciones: Decisiones tácticas y estratégicas*, Barcelona: Editorial UOC, 2014.

- [52] L. Cuatrecasas Arbós , Ingeniería de procesos y planta, Barcelona: Profit Editorial I, 2017.
- [53] B. Salazar López, «INGENIERIA INDUSTRIAL ONLINE.COM,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/dise%C3%B1o-y-distribuci%C3%B3n-en-planta/m%C3%A9todos-de-distribuci%C3%B3n-y-redistribuci%C3%B3n-en-planta/>. [Último acceso: 27 10 2018].
- [54] J. A. Cruelles Ruiz, Stock, Procesos y dirección de Operaciones: Conoce y gestiona tu fábrica, Barcelona: Marcombo, 2013.
- [55] R. C. Cabrera Calva, TPS Americanizado: Manual de Manufactura Esbelta, 2014.
- [56] J. D. Garcia Arboleda, «Distribución de planta,» 14 Mayo 2013. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/jonathandanielgarciaarboleda3/distribucion-en-planta-21164579>. [Último acceso: 03 01 2019].
- [57] O. C. Latinoamérica, «Owens Corning Latinoamérica,» [En línea]. Available: <http://www2.owenscorning.com/worldwide/mexico/historiaprfv.asp>. [Último acceso: 24 12 2018].
- [58] J. JEWELL, Ciencia de materiales - aplicaciones en ingeniería, Alfaomega Grupo editor, 2016.
- [59] Motorex, «Motorex,» 2018. [En línea]. Available: <http://www.motorex.com.pe/blog/que-es-fibra-vidrio/>. [Último acceso: 27 10 2018].
- [60] O. d. I. N. u. p. I. a. y. I. alimentación, «Construcción de embarcaciones pesqueras: 2 Construcción de embarcaciones pesqueras en fibra de vidrio».
- [61] I. N. d. s. e. H. e. e. trabajo, «Aplicación de resina de poliéster mediante laminado manual: exposición a estireno,» España.
- [62] «Guías Empresariales,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=14&guia=102&giro=10&ins=727>. [Último acceso: 19 01 2019].
- [63] . B. Salazar López, «ingenieriaindustrialonline,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/c%C3%A1culo-del-n%C3%BAmero-de-observaciones/>. [Último acceso: 30 11 2018].
- [64] «Grating Perú,» [En línea]. Available: http://www.gratingperu.com/productos/productos.php?producto_id=14. [Último acceso: 05 02 2019].
- [65] «Made in China. com,» [En línea]. Available: https://es.made-in-china.com/co_cnsunrun/product_FRP-Fiberglass-Floor-Grating-Made-in-China_eihysuiry.html. [Último acceso: 05 02 2019].